

① 6 6/8



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 196 33 997 C 1

21 Aktenzeichen: 196 33 997.9-31
22 Anmeldetag: 23. 8. 98
43 Offenlegungstag: -
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 26. 3. 98

51 Int. Cl.⁸:
H 04 N 1/413
H 04 N 1/64
H 04 N 7/12
H 04 M 11/06
G 02 B 21/00
G 02 B 21/36
G 02 B 23/24
G 03 B 42/00
// H 04 N 7/18, A 61 B
19/00

DE 196 33 997 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

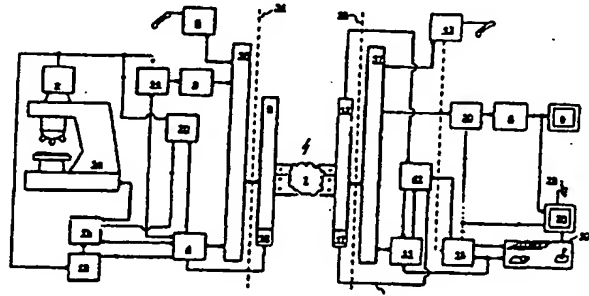
73 Patentinhaber:
Universität Stuttgart, 70174 Stuttgart, DE
74 Vertreter:
Patentanwälte Wilhelm & Dauster, 70174 Stuttgart

72 Erfinder:
Schwarzmann, Peter, 72555 Metzingen, DE; Schmid,
Joachim, 73431 Aalen, DE; Binder, Bernd, 72138
Kirchentellinsfurt, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
US 55 43 939
US 53 31 551
US 52 18 598
WO 94 03 014 A1
US-Z.: RISKIN, E. et al.: Variable Rate Vector
Quantization for Medical Image Com- pression. In:
IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol.9, No.3,
Sept.1990, S.290-298;
DE-Z.: BOCK, G.: Bildtelefon im ISDN. In: Bosch
Techn. Berichte 8, 1986/87/89, H.6, S.298-309;
DE-Z.: HEUSER, S.: Multimedia durch das Telefon.
In: Elektronik, H.8, 1995, S.52-58;
DE-Z.: HEUSER, S.: Video über Telefon. In:
Funkschau, H.17, 1995, S.38-41;

54 Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Objektfernuntersuchungseinrichtung mit einem am Ort des zu untersuchenden Objektes (43) angeordneten Bildaufnahmesystem, einer davon räumlich entfernt angeordneten Beobachtungsstation zur Bildauswertung und zur Fernsteuerung des Bildaufnahmesystems sowie mit einer zwischenliegenden, schmalbandigen Telekommunikations-Übertragungsstrecke (7). Erfindungsgemäß ist eine Systemzustandsbestimmungseinheit (42) vorgesehen, die laufend den bildübertragungsrelevanten Gesamtsystemzustand erfaßt und abhängig davon die Bilddatenkompression und/oder -reduktion und/oder die Anzahl von in einem Übertragungsbündel verwendeten Telekommunikationskanälen selbsttätig so steuert, daß sowohl die für eine jeweilige Situation wünschenswerte Bildqualität als auch ein jeweils noch bestmöglicher Online-Bildeindruck erzielt werden.
Verwendung z. B. zur Telemikroskopie, Teleendoskopie und Telesonographie.



DE 196 33 997 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Objektfernuntersuchungseinrichtung mit einem am Ort des zu untersuchenden Objektes angeordneten Bildaufnahmesystem, einer davon räumlich entfernt angeordneten Beobachtungsstation zur Bildauswertung und zur Fernsteuerung des Bildaufnahmesystems sowie mit einer zwischenliegenden schmalbandigen Telekommunikations-Übertragungsstrecke, über welche die vom Bildaufnahmesystem erzeugten Bilddaten unter Verwendung von Bild-

datenkompression und/oder -reduktion zur Beobachtungsstation sowie von der Beobachtungsstation erzeugte Steuerbefehlsignale zur Fernsteuerung des Bildaufnahmesystems übertragen werden.

Derartige Objektfernuntersuchungseinrichtungen sind beispielsweise in Form von Telemikroskopiesystemen bekannt, wie sie insbesondere zur Telepathologie eingesetzt werden. Das zu untersuchende Objekt ist in diesem Fall ein Gewebeschnitt, der z. B. während einer Operation angefertigt wird. Das Bildaufnahmesystem beinhaltet ein in allen Funktionen fernsteuerbares Mikroskop, eine Bildaufnahmeeinrichtung für das Mikroskopgesichtsfeld, einen Sender für das Bildsignal und einen Empfänger für die Steuerbefehle an das Mikroskop. Sender und Empfänger sowie ein zusätzlicher Sprachkanal sind über eine Schnittstelle mit einer Telekommunikations-Übertragungsstrecke verbunden. Die Beobachtungsstation beinhaltet einen Empfänger, einen Monitor für die wiederzugebenden Bilder, eine Vorrichtung zur Erzeugung der Steuerbefehle für das Mikroskop und einen Sender für diese Steuerbefehle. Der Beobachter bzw. Experte, z. B. ein entsprechender Rechner oder ein Pathologe, kann dann das übertragene Mikroskopbild auswerten. Sender und Empfänger sowie ein Sprachkanal sind wiederum über eine geeignete Schnittstelle mit derselben Telekommunikations-Übertragungsstrecke wie das Bildaufnahmesystem verbunden.

Wenn die Telekommunikations-Übertragungsstrecke eine für die Übertragung eines Fernsehsignals ausreichende Bandbreite besitzt, kann der Beobachter an der Beobachtungsstation alle Funktionen des räumlich entfernt angeordneten Mikroskopes so nutzen, als ob dieses sich an seinem Arbeitsplatz befinden würde. Ein solches Telepathologiesystem mit Breitband-Datenübertragung ist in der Patentschrift US 5.216.596 beschrieben. Allerdings sind Breitbandtelekommunikationskanäle für Fernsehsignale vergleichsweise kostspielig und nur beschränkt verfügbar. Es wurde deshalb bereits vorgeschlagen, Telemikroskopie über die weltweit und preiswert verfügbaren Schmalbandkanäle der Fernsprechnetze zu betreiben. Eine Anlage mit derartiger Schmalband-Technologie unter Verwendung des ISDN-Netzes wird in dem Aufsatz M. Oberholzer et al, Telepathologie: frozen section diagnosis at a distance (1995), 426, Seite 3 beschrieben. Die beschränkte Kanalkapazität bildet jedoch einen Engpaß für die Übertragung der Bildinformation, so daß der Online-Eindruck für den Benutzer verloren gehen kann und er statt einer bewegten Bildszene lediglich eine langsam aufeinanderfolgende Reihe von Einzelbildern erhält. Dadurch geht dem Benutzer auch der unmittelbare Eindruck der Wirkung seiner Mikroskopsteuerbefehle verloren, da deren Auswirkung für ihn erst mit größerer Verzögerung und im Zusammenhang verändert sichtbar wird. Die Verwendung der Techniken der Videotelefonie erlaubt lediglich die Übertragung von in der Bildqualität für die

meisten der hier betrachteten Anwendungen, wie Telemikroskopie, Teleendoskopie und Telesonografie, ungenügenden Bildszenen.

Es wurden auch bereits einige Maßnahmen zur ökonomischen Verwendung von ISDN-Kanälen für Schmalband-Telemikroskopiesysteme vorgeschlagen, wie z. B. den Einsatz eines speziellen Autofokussystems und die Verwendung einer für das jeweilige System fest vorgegebenen, angepaßten Art der Komprimierung und Reduktion der zu Übertragenden Bilddaten während deren Codierung, siehe die Aufsätze P. Schwarzmänn, Telemikroskopy, Zentralbl. Pathol. 138, (1992) 6, Seite 383 und P. Schwarzmänn et al, Telemikroskopy Stations for Telepathology Based on Broadband and ISDN Connections, 1995, 43, Nr. 4, Seite 209.

In einem vom Institut für physikalische Elektronik der Universität Stuttgart und der Deutschen Telekom AG gemeinsam 1995 herausgegebenen Informationsblatt über das Szenario für die Anwendung der Telepathologie in der Schnellschnittdiagnose wird vorgeschlagen, die beschränkte Kapazität bei der Schmalband-Telemikroskopie über das bestehende ISDN-Netz dadurch in einer optimierten Form zu nutzen, daß das System abhängig vom Verhalten des Benutzers, d. h. des Beobachters an der Beobachtungsstation, unterschiedliche Strategien zur Bilddatenkompression und -reduktion einschlägt, z. B. Auswahl einer stärkeren Datenreduktion hinsichtlich Farbe, Ortsauflösung und Quantisierung der Bilddaten bei Anforderung einer erhöhten Anzahl von Bildübertragungen pro Zeiteinheit aufgrund rascherer Verschiebung des Objektes unter dem Mikroskop.

In der Offenlegungsschrift WO 94/03014 ist ein Video-Sicherheitsüberwachungssystem beschrieben, bei dem ein bestimmtes Gebiet von einer Videokamera überwacht wird, deren aufgenommene Bilder zu einer räumlich entfernt angeordneten Beobachtungsstation übertragen werden. Der Systemnutzer kann an der Beobachtungsstation Steuerbefehle für den die Videokamera beinhaltenden Bildaufnahmeteil des Systems eingeben, um diverse Kameraeinstellungen vorzunehmen. Die Datenübertragung erfolgt über einen ISDN-Kommunikationskanal, wobei auch eine Bilddatenkompression verwendet wird. Dabei schaltet das System selbstständig von einem Kompressionsverfahren niedrigerer Qualität auf ein solches höherer Qualität um, wenn in einem mittleren Bereich des aufgenommenen Bildes eine Objektbewegung festgestellt wird.

Die variable Wahl der Bilddatenkompression in Abhängigkeit vom Bildinhalt ist für ein Endoskopbildaufnahmesystem in der Patentschrift US 5.331.551 offenbart.

Es ist des weiteren bekannt, eine Bilddatenkompression und/oder -reduktion in Anpassung an die jeweils gewünschte Bildauflösung vorzunehmen, siehe z. B. die Veröffentlichungen E. A. Riskin et al, Variable Rate Vector Quantization for Medical Image Compression, Band 9, Nr. 3, September 1990, Seite 290 und G. Bock, Bildtelefon im ISDN, Bosch Techn. Berichte 8 (1986/87/89) 6, Seite 296. Neben der letztgenannten Veröffentlichung sind auch in den weiteren Veröffentlichungen S. Heuser, Multimedia durch das Telefon, Elektronik 8/1995, Seite 52 und S. Heuser, Video über Telefon, Funkschau 17/95, Seite 38 verschiedene Varianten der Videotelefonie beschrieben.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung einer bildübertragenden Objektfernuntersuchungseinrichtung der eingangs genannten Art zugrunde, die sich in ihrem Übertragungsverhalten sehr

flexibel und variabel selbsttätig an die jeweilige Situation so anzupassen vermag, daß von den vorhandenen Schmalband-Datenübertragungskapazitäten stets optimaler Gebrauch gemacht wird.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung einer bildübertragenden Objektfernuntersuchungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, 2, 3 oder 4. Diese Einrichtung beinhaltet eine Systemzustandsbestimmungseinheit, die laufend den gesamten bildübertragungsrelevanten Systemzustand einschließlich der jeweils verfügbaren Systemressourcen erfaßt und abhängig davon den Vorgang der Bilddatenkompression und/oder Bilddatenreduktion und/oder die Anzahl von in einem Übertragungsbündel verwendeten Kanälen der Übertragungsstrecke selbsttätig so steuert, daß sowohl die für eine jeweilige Situation wünschenswerte Bildqualität erhalten als auch ein jeweils noch für die betreffende Situation bestmöglicher Online-Bildeindruck erzielt werden. Damit vermag sich die Einrichtung flexibel und variabel hinsichtlich der Bildübertragung an den jeweils vorhandenen Systemzustand anzupassen. Zu diesem bildübertragungsrelevanten, von der Systemzustandsbestimmungseinheit überwachten Systemzustand gehören je nach Systemauslegung neben dem Benutzerverhalten, d. h. den vom Beobachter eingegebenen Steuerbefehlen für das Bildaufnahmesystem, insbesondere der Istzustand hinsichtlich der Anzahl aufgeschalteter Einzelkanäle des Telekommunikationskanalbündels, die Art des verwendeten Telekommunikationsnetzes, der Zustand der die Bilddatenkompression und/oder -reduktion vornehmenden Codiereinheit, der Typ der verwendeten Bildaufnahmeeinrichtung und der jeweilige Bildinhalt.

Trotz Schmalband-Telekommunikationsverbindung zwischen Bildaufnahmesystem und Beobachtungsstation damit die erfindungsgemäße Einrichtung auch dem Benutzer den Eindruck eines Online- bzw. Echtzeit-Betriebes bei hoher Bildqualität aufrechtzuerhalten. Sie eignet sich für verschiedene Arten von Objektfernuntersuchungen, z. B. Werkstoffprüfungen aus der Ferne, Telemikroskopie, Teleendoskopie und Telesonografie, je nach untersuchtem Objekt und verwendetem Bildaufnahmesystem. Bei Verwendung der Einrichtung als Telemikroskopiesystem in der Telepathologie wird dem Pathologen ein Werkzeug an die Hand gegeben, mit dem er Telepathologie mit einem hohen Grad von Telepräsenz betreiben kann.

Die Einrichtung nach Anspruch 1 ermöglicht die Erzielung eines guten Online-Eindrucks in Form eines Bewegungseindrucks von übertragenen, bewegten Bildszenen speziell dadurch, daß in groben Schritten Einzelbilder übertragen werden, die sich noch teilweise überlappen, und in der Beobachtungsstation anschließend interpolierende Zwischenbilder generiert und nacheinander zur Anzeige gebracht werden, und/oder dadurch, daß während einer solchen Bildbewegung in aufeinanderfolgenden Schritten nicht jeweils das gesamte Einzelbild, sondern nur diejenigen Bildbereiche übertragen werden, die gegenüber dem vorangegangenen Einzelbild neu hinzugekommen sind. Diese Bildbereiche werden dann in der Beobachtungsstation an das vorige Einzelbild zur Erzeugung des neuen Einzelbildes angefügt.

Bei der Einrichtung nach Anspruch 2 wird speziell der Beschäftigungszustand derselben, d. h. deren Übertragungsstreckenauslastung und Systemaktivität, mittels Kraftrückwirkung auf ein zugehöriges Bedienelement angezeigt und damit für den Systemnutzer an der Beobachtungsstation direkt erfaßbar.

Bei der Einrichtung nach Anspruch 3 besteht speziell die Möglichkeit der prophylaktischen Übertragung von Bildszenen, die nach Vorausschätzung durch das System zu einem späteren Zeitpunkt benötigt werden, in Zeitpunkten mit ungenutzter Übertragungskapazität. Dazu enthält die Einrichtung einen Prädiktor für die wahrscheinliche Fortsetzung der Objektfernuntersuchung, der z. B. aus den Orten bislang übertragener Objektgebiete auf die Orte der nächsten Bildübertragungen schließt, beispielsweise durch entsprechende Verlängerung der Spur der zuletzt übertragenen Gebiete.

Bei der Einrichtung nach Anspruch 4 ist für die Bildwiedergabe an der Beobachtungsstation speziell ein Darstellungswerkzeug vorgesehen, mit dem ein Gesamtbild auf einem separaten Bildschirm oder in Form eines eingblendeten Fensters auf dem für die Detailbilder verwendeten Bildschirm dargestellt werden kann, wobei eine Markierungsfläche variabler Größe die Position des aktuellen Gesichtsfeldes der Bildaufnahmeeinrichtung angibt. Gegebenenfalls können bereits verwendete Positionen der Markierungsfläche im Gesamtbild markiert bleiben, um Doppeluntersuchungen zu vermeiden.

Bei einer nach Anspruch 5 weitergebildeten Einrichtung werden die Parameter zur Bilddatenkompression und/oder -reduktion unter anderem in Abhängigkeit vom Bildinhalt und der gewählten Bildvergrößerung eingestellt. So können z. B. wenig strukturierte, hochvergrößerte Bilder gegebenenfalls mit höherer Bildübertragungsrates und geringerer Bildauflösung übertragen werden als stark strukturierte Bilder geringerer Vergrößerung.

Eine nach Anspruch 6 weitergebildeten Einrichtung verwendet als Übertragungsstrecke ein Telekommunikationskanalbündel, bei dem die Anzahl jeweils verwendeter Kanäle abhängig vom erfaßten Systemzustand eingestellt wird und wobei die Kanallaufzeiten automatisch kompensiert werden. Letzteres ist deshalb von Bedeutung, weil der Benutzer selbst im allgemeinen keine Kontrolle darüber hat, auf welchen Wegen die einzelnen Kommunikationskanäle, z. B. Fernsprechanäle, durchgeschaltet werden. Die ISDN-Netztechnologie hat sich für eine derartige Bündellösung als besonders geeignet erwiesen.

Bei einer nach Anspruch 7 weitergebildeten Einrichtung verfügt das Bildaufnahmesystem über eine Autofokuseinrichtung, deren Funktion über eine Mehrzahl von Steuerparametern systemzustandsabhängig gesteuert wird. Dadurch läßt sich die Übertragung von nur für die Bildfokussierung notwendigen, meist erheblichen Bilddatenmengen vermeiden. Die Steuerung der Autofokuseinrichtung kann wahlweise interaktiv oder selbsttätig vom System erfolgen.

Eine nach Anspruch 8 weitergebildete Einrichtung beinhaltet eine selbsttätige Helligkeitssteuerung auf Seiten des Bildaufnahmesystems, die wahlweise automatisch oder interaktiv aktivierbar ist. Auch durch eine derartige Helligkeitskontrolle kann die Übertragung von für die Bildauswertung redundanter Bildinformation vermieden werden, so daß sich der Online-Eindruck der übertragenen Bilder erhöhen läßt.

Eine nach Anspruch 9 weitergebildete Einrichtung enthält als Bedieneinheit für den Beobachter an der Beobachtungsstation ein Phantom, d. h. eine Nachbildung, der im Bildaufnahmesystem verwendeten Bildaufnahmeeinrichtung derart, daß Betätigungen des Beobachters an dem Phantom erfaßt und in Steuerbefehle zur entsprechenden Einstellung der realen Bildaufnahmeeinrichtung umgewandelt werden.

einrichtung umgesetzt werden.

Eine nach Anspruch 10 weitergebildete Einrichtung bietet die Möglichkeit der Archivierung von ausgewählten Bildszenen.

Eine nach Anspruch 11 weitergebildete Einrichtung besitzt die Fähigkeit, daß anhand der zuvor abgespeicherten Archivierungsdaten eine bestimmte, gewünschte Bildszene durch entsprechende Ansteuerung des Bildaufnahmesystems rasch wieder aufgesucht und dargestellt werden kann. Dies ist z. B. nützlich, wenn zunächst eine Voruntersuchung stattfindet und erst anschließend eine endgültige Auswertung anhand ausgewählter Bildszenen vorgenommen wird. Dabei kann vorgesehen sein, daß der Beobachter mit der Markierungsfläche einen bestimmten Bereich im Übersichtsbild anfährt, der dann in vergrößertem Maßstab dargestellt wird, wodurch die Einrichtung eine für den Benutzer bequeme Lupenfunktion erfüllt.

Bei einer nach Anspruch 12 weitergebildeten Einrichtung besteht die Möglichkeit, kleine, auswählbare Bildbereiche eines Gesamtbildes in Echtzeit mit höchster Bildqualität zu übertragen, wofür die Kapazität der Schmalband-Übertragungsstrecke im allgemeinen ausreicht.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 ein Blockdiagramm einer Telemikroskopanlage mit schmalbandiger Telekommunikationskanal-Übertragungsstrecke,

Fig. 2 eine Bildfolge zur Veranschaulichung eines ersten Verfahrens zur Vermittlung eines Bewegungseindrucks bei der Telemikroskopanlage von Fig. 1,

Fig. 3 eine Bildfolge zur Veranschaulichung eines zweiten Verfahrens zur Vermittlung eines Bewegungseindrucks bei der Telemikroskopanlage von Fig. 1,

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer mechanischen Bedienelement-Kraftrückführung für die Telemikroskopanlage von Fig. 1,

Fig. 5 ein Flußdiagramm eines Hintergrund-Bildübertragungsverfahrens der Telemikroskopanlage von Fig. 1 und

Fig. 6 eine schematische Bildschirmdarstellung zur Veranschaulichung eines Verfahrens für die Untersuchungsbereichsmarkierung bei der Telemikroskopanlage von Fig. 1.

Fig. 1 zeigt blockdiagrammatisch den Aufbau einer bildübertragenden Objektfernuntersuchungseinrichtung in Form einer beispielsweise zur Telepathologie verwendbaren Telemikroskopanlage. Die Anlage beinhaltet mit ihrer einen Hälfte ein Bildaufnahmesystem in Form einer Mikroskopstation und mit ihrer anderen Hälfte eine vom Ort der Mikroskopstation entfernt angeordnete Beobachtungsstation, wo sich der Beobachter, z. B. ein Pathologe und/oder ein Bildauswertungsrechner, befindet.

Die Mikroskopstation enthält ein übliches, in all seinen Funktionen fernsteuerbares Mikroskop 1a mit zugehöriger Mikroskopsteuerung 1b, eine das Mikroskopgesichtsfeld aufnehmende Bildaufnahmeeinrichtung 2, eine Bilddatencodiereinrichtung 14, welche die von der Bildaufnahmeeinrichtung 2 zugeführten Bilddaten unter Verwendung herkömmlicher Verfahren zur Bilddatenkompression und Bilddatenreduktion codiert, einen Sender 3 und eine nachfolgende Schnittstelle 36, welche die vom Sender 3 zugeleiteten, codierten Bilddaten von der Mikroskopstation nach außen gibt. An diese Schnittstelle 36 ist zudem ein Sprachkanal 5 in Form

eines Fernsprechkanales der Mikroskopstation angeschlossen. Eine Autofokuseinrichtung 19 dient zur selbsttätigen Fokussierung des Mikroskops 1a durch Abgabe entsprechender Fokussierbefehle an die Mikroskopsteuerung 1b. Eine Helligkeitssteuereinheit 20 sorgt für eine selbsttätige Helligkeitssteuerung, wozu ihr die Bilddaten der Bildaufnahmeeinrichtung 2 zugeführt werden und sie entsprechende Helligkeitssteuerbefehle an die Mikroskopsteuerung 1b abgibt. Über die Schnittstelle 36 der Mikroskopstation zugeführte Daten werden von einer Sende-/Empfängereinheit 4 erfaßt, die sie an die jeweiligen Zielkomponenten weiterleitet. Gleichzeitig dient sie als Sender zur Abgabe von Zustandsinformationen aus der Mikroskopsteuerung 1b und der Codiereinrichtung 14 zur Beobachtungsstation, wozu er mit diesen beiden Einheiten 14, 1b über bidirektionale Signalleitungen verbunden ist.

Die Beobachtungsstation enthält einen Bilddatenempfänger 8 mit einem nachgeschalteten Bildwiedergabemonitor 9, wobei der Empfänger 8 über eine Bildübertragungskontrolleinheit 30 an eine Schnittstelle 37 angeschlossen ist, über welche die Beobachtungsstation Daten sendet und empfängt. Wie die Mikroskopstation besitzt auch die Beobachtungsstation einen an ihre Schnittstelle 37 angeschlossenen Fernsprechkanal 13. Des weiteren weist die Beobachtungsstation eine Bedieneinheit 10 auf, welche als Benutzerschnittstelle fungiert. Wie von herkömmlichen Telemikroskopanlagen bekannt, kann der Benutzer durch Eingabe entsprechender Steuerbefehle an der Bedieneinheit 10 das räumlich entfernte Mikroskop 1a in seinen sämtlichen Funktionen zur Untersuchung eines unter dem Mikroskop 1a liegenden Objektes 43 bzw. Präparates steuern, z. B. hinsichtlich der Verschiebebewegungen des Mikroskoptisches und der Wahl des jeweiligen Objektivs zur Einstellung unterschiedlicher Vergrößerungen. Steuerbefehle gelangen zum einen über eine /Empfängereinheit 11 zur Schnittstelle 37 und deren zu einer Anforderungsbestimmungseinheit 15, welche die abgegebenen Steuerbefehle zur Analyse des Benutzerverhaltens als eines Parameters des Systemzustands der Anlage auswertet. Die Anforderungsbestimmungseinheit 15 gibt ebenso wie die Bildübertragungskontrolleinheit 30 Signale an eine Kontrollanzeigeeinheit der Beobachtungsstation ab, die aus einem Kontrollbildschirm 28 und einem Lautsprecher 29 besteht und die des weiteren direkt mit der Bedieneinheit 10 verbunden ist. Dem Kontrollbildschirm 28 sind außerdem die vom Empfänger 8 empfangenen Bilddaten zuführbar.

Als weitere, wesentliche Komponente beinhaltet die Anlage eine vorliegend beispielhaft in der Beobachtungsstation angeordnete Systemzustandsbestimmungseinheit 42, die von der Anforderungsbestimmungseinheit 15 Informationssignale über das Verhalten des Benutzers an der Bedieneinheit 10 und über die Empfangsfunktion der Sende-/Empfängereinheit 11 die Systemzustandsinformationen von der Mikroskopstation erhält, wie sie dort speziell von der Mikroskopsteuerung 1b und der Codiereinrichtung 14 über die dortige Sende-/Empfängereinheit 4 abgegeben werden.

Mikroskopstation und Beobachtungsstation kommunizieren miteinander über eine virtuelle Teleskopiemikroskopieeinrichtung, die in Fig. 1 durch den Bereich zwischen den beiden gestrichelten Linien 34, 35 zwischen den beiden Schnittstellen 36, 37 von Mikroskopstation einerseits und Beobachtungsstation andererseits wiedergegeben ist und einen universellen Befehlsatz für

Steuerbefehle, ein geeignetes Bildübertragungsprotokoll sowie eine jeweilige Schnittstelle 6, 12 zu einem zwischenliegenden, als Übertragungsstrecke fungierenden Telekommunikationskanalbündel 7 aufweist, das aus einer zeitlich variablen Anzahl von schmalbandigen Telekommunikations-Einzelkanälen aufgebaut ist. Die virtuelle Telemikroskopieeinrichtung dient dazu, jede beliebige von mehreren möglichen Mikroskopiestationen mit jeder beliebigen von mehreren möglichen Beobachtungsstationen ohne größere Anpassungsmaßnahmen miteinander zwecks Datenaustausch verbinden zu können. Um die jeweils gewünschte Anzahl von Einzelkanälen für das Kanalbündel 7 einstellen zu können, beinhalten die beiden endseitigen Kommunikationskanalschnittstellen 6, 12 eine jeweilige Kanalwahleinheit 18, 17, wobei die auf Seiten der Mikroskopstation gelegene Kanalwahleinheit 18 von deren Sender-/Empfängereinheit 4 angesteuert wird, während die andere Kanalwahleinheit 17 von der Systemzustandsbestimmungseinheit 42 angesteuert wird. Zur Erfassung des Systemzustands erhält die Systemzustandsbestimmungseinheit 42 von der beobachtungsstationseitigen Kommunikationskanal-Schnittstelle 12 eine Information über die Anzahl jeweils zugeschalteter Einzelkanäle.

Das Charakteristische der Telemikroskopanlage von Fig. 1 ist insbesondere darin zu sehen, daß durch die Systemzustandsbestimmungseinheit 42 laufend der Systemzustand einschließlich der Verfügbarkeit der Systemressourcen festgestellt und in Abhängigkeit davon zum einen die jeweilige Anzahl von zu einem Übertragungskanalbündel 1 zusammengefaßten Einzelkanälen der Übertragungsstrecke 7 zwischen Mikroskopstation und Beobachtungsstation festgelegt wird und zum anderen die Parameter für die Bilddatenkompression und -reduktion in der Codiereinheit 14 passend eingestellt werden. Die den Systemzustand beeinflussenden Parameter sind insbesondere das von der Anforderungsbestimmungseinheit 15 über die vorgenommenen Betätigungen an der Bedieneinheit 10 erfaßte Benutzerverhalten, der Istzustand der zum Übertragungsbündel zusammengefaßten Anzahl von Einzelkanälen, die Art der verwendeten Übertragungsstrecke 7, der Istzustand der Codiereinheit 14, der verwendete Typ von Mikroskop 1a und Bildaufnahmeeinrichtung 2 sowie der jeweilige Bildinhalt. All diese Informationen werden von der Systemzustandsbestimmungseinheit 42 von den betreffenden Anlagekomponenten abgefragt. Die Anzahl von Übertragungskanälen und die Art der Bilddatenkompression und -reduktion werden dann von der Systemzustandsbestimmungseinheit 42 jeweils so eingestellt, daß trotz Verwendung von Schmalband-Übertragungskanälen ein möglichst guter Online-Eindruck für das am Monitor 9 wiedergegebene Bild von einem jeweils unter dem Mikroskop liegenden Objekt 43 bei für jede Situation ausreichend gewählter Bildqualität aufrechterhalten wird. Hierzu sind für die Telemikroskopanlage von Fig. 1 eine Anzahl spezieller Vorgehensweisen vorgesehen, auf die nachfolgend im einzelnen näher eingegangen wird.

Ein wichtiger Punkt ist die systemzustandsabhängige Bilddatenkompression und -reduktion in der Codiereinheit 14. Um die wegen der Schmalbandigkeit beschränkte Übertragungskanalkapazität für die Bildübertragung optimal zu nutzen, wird die Bildinformation von der Codiereinheit 14 in jedem Falle komprimiert und so weit wie für die jeweilige Anwendung zulässig auch reduziert. Da der Benutzer während seiner Arbeit an

der Telemikroskopanlage unterschiedliche Anforderungen an die Bildauflösung, die Bildübertragungsrate und die Bildgröße des Mikroskopbildes stellt, wäre ein fest eingestelltes Bildkompressions- und Bildreduktionsverfahren unkomfortabel. Deshalb benutzt die Telemikroskopanlage eine systemzustandsabhängig variable Bilddatenkompression und -reduktion. Abhängig vom Systemzustand, wie er durch die Systemzustandsbestimmungseinheit 42 laufend festgestellt wird, insbesondere abhängig von den über die Anforderungsbestimmungseinheit festgestellten Anforderungen des Benutzers an das System, wird der jeweils beste Kompromiß zwischen Bildübertragungsrate und Bildauflösung bestimmt und an der Codiereinheit 14 vom System selbstständig eingestellt. Hierzu sendet die Systemzustandsbestimmungseinheit 42 über die Sender-/Empfängereinheit 11 und die Übertragungsstrecke 7 entsprechende Codiersteuersignale zur Mikroskopstation, die dort von der Sender-/Empfängereinheit 4 empfangen und zur Codiereinheit 14 weitergeleitet werden.

Zeigt der Benutzer beispielsweise durch häufiges und rasches, ferngesteuertes Bewegen des Präparates 43 unter dem Mikroskop 1a oder durch akustische Eingabesignale an, daß er Präparatbereiche rasch in einer Übersicht durchmustern will, so stellt das System die hierfür erforderliche hohe Bildrate ein, während die Bildauflösung zurückgenommen werden kann. Umgekehrt interpretiert das System ein längeres Verweilen an demselben Präparatbereich dahingehend, daß dieser Bereich mit hoher örtlicher Auflösung und dafür kleinerer Bildrate genauer untersucht werden soll, wozu wiederum die Codierungsart geeignet eingestellt wird. Die solchermaßen aus dem Benutzerverhalten sowie den übrigen Systemzustandsparametern abgeleiteten Anforderungen an die Bildcodierung dienen zur Steuerung der Betriebseigenschaften der Codiereinheit 14 hinsichtlich lateraler Bildauflösung, Farbauflösung und zeitlicher Auflösung in Form der Bildübertragungsrate. Es können dabei alle Zustände von höchster Auflösung bei minimaler Bildrate bis zu sehr kleiner Auflösung bzw. kleinem Bildfeld bei Fernsehbilddate in beliebigen Schritten automatisch eingestellt werden. Die Codiereinstellungen erfolgen völlig selbsttätig und erfordern vom Benutzer keine Aktivitäten, die ihn von seiner eigentlichen Untersuchungstätigkeit ablenken könnten. Als Codierverfahren sind herkömmliche Verfahren verwendbar, sofern sie einen Eingriff in ihre Betriebsweise mit dem Ziel der erläuterten Einstellung eines Kompromisses zwischen Bildübertragungsrate und Bildauflösung gestatten, wie dies z. B. bei den unter den Abkürzungen JPEG und MPEG geläufigen Codierverfahren der Fall ist. Diese Art der variablen und flexiblen Bilddatenkompression und -reduktion führt zu einer sehr ökonomischen Ausnutzung der Übertragungskanalkapazität und zu einem situationsabhängig bestmöglichen Online-Eindruck der übertragenen Bildsequenzen.

Eine weitere Maßnahme zur optimalen Ausnutzung der Übertragungskapazität der Schmalband-Übertragungsstrecke 7 mit möglichst gutem Online-Eindruck der übertragenen Bildsequenzen ist die automatische Bündelung einer jeweiligen, variablen Anzahl schmalbandiger Einzelkanäle. Dies ist problemlos und kostengünstig beispielsweise bei Verwendung des öffentlichen Fernsprechnetzes als Übertragungsstrecke realisierbar, da dort unter Umständen bei Nebenstellenanlagen schon mehrere Einzelkanäle verfügbar sind oder andernfalls leicht zusätzliche Anschlüsse geschaltet werden können. Abhängig vom Systemzustand bestimmt

die Systemzustandsbestimmungseinheit 42 die jeweils optimale Anzahl von zu einem Übertragungsbündel zusammengefaßten Einzelkanälen und gibt entsprechende Steuerbefehle für die Kanalwahleinheiten 17, 18 ab, wobei sie die beobachtungsstationseitige Kanalwahleinheit 17 über eine Steuerleitung 16 direkt ansteuert. Die Steuerbefehle für die andere Kanalwahleinheit 18 werden über die beobachtungsstationseitige Sender-/Empfängereinheit 11 und die anschließende Schnittstelle 37 auf die Übertragungsstrecke 7 gegeben und von dieser zur Mikroskopstation übertragen, wo sie von der dortigen Sender-/Empfängereinheit 4 aufgenommen und zur Steuerung der betreffenden Kanalwahleinheit 18 verwendet werden. Alternativ kann die Schnittstelle 6 so ausgelegt sein, daß sie die an der Gegenschnittstelle 12 eingestellte Kanalbelegung aus dem Datenstrom entnimmt, so daß die Ansteuerung über die Sender-/Empfängereinheit 4 entfallen kann.

Damit wird eine automatische Zuwahl oder Abwahl von jeweiligen Einzelkanälen realisiert, wobei das zu übertragende Signal geeignet aufgeteilt und auf die verschiedenen Kanäle verteilt wird. Eine solche Signalaufteilung ist auf anderen Gebieten der Datenübertragung bekannt, so daß hierauf nicht näher eingegangen zu werden braucht. Bei dieser Technik ist darauf zu achten, daß empfängerseitig die Signale der Einzelkanäle wieder zeitrichtig zusammengesetzt werden. Dies ist ein nicht trivialer Steuerungsvorgang, da der Benutzer keine Kontrolle darüber hat, auf welchen Wegen die einzelnen Fernsprechanäle durchgeschaltet werden. Dies kann beispielsweise im einen Fall über eine terrestrische Verbindung und im anderen Fall über eine Satellitenverbindung geschehen. Die ISDN-Netztechnologie hat sich für den vorliegenden Anwendungsfall als besonders geeignet zur Realisierung einer derartigen Kanalbündelung erwiesen.

Durch die Verwendung der Autofokuseinrichtung 19 läßt sich Bildübertragungskapazität einsparen, die ansonsten für Fokussierzwecke benötigt würde. Denn um interaktiv eine Mikroskopszene zu fokussieren, ist die Übertragung sehr vieler, in Fokusnähe auch sehr hoch aufgelöster Bilder mit entsprechendem Signalaufkommen notwendig. Diese für die eigentliche Auswertung der Mikroskopbildszene nicht relevante Übertragung von Bilddaten wird durch die Autofokuseinrichtung 19 vermieden, die sich automatisch bei Anforderung eines neuen Bildausschnittes oder einer anderen Vergrößerung aktiviert oder deren Parameter von der Systemzustandsbestimmungseinheit 42 systemzustandsabhängig eingestellt werden können. Als Autofokuseinrichtung kann eine solche verwendet werden, wie sie in der Offenlegungsschrift DE 42 26 523 A1 offenbart ist, worauf hier verwiesen werden kann.

Analog zu dieser selbsttätigen Fokussierung verfügt die Telemikroskopanlage über eine Helligkeitssteuerung 20, die wahlweise automatisch oder systemzustandsabhängig von der Systemzustandsbestimmungseinheit 42 gesteuert wird, wozu letztere entsprechende Steuerbefehle an die Helligkeitssteuereinheit 20 übermittelt. Auch diese automatische Helligkeitssteuerung vermeidet die Übertragung von für die Auswertung redundanter Bildinformation und erlaubt damit wiederum eine verbesserte Nutzung der Übertragungskapazitäten zur Erzielung eines möglichst guten Online-Eindrucks der am Monitor 9 wiedergegebenen Bildsequenzen.

Die Telemikroskopanlage erlaubt des weiteren die Vermittlung des Bewegungseindrucks eines unter dem Mikroskop 1a bewegten Präparates 43 für die am Moni-

tor 9 dargestellten Bildsequenzen, indem für solche bewegten Bildsequenzen ein Online-Eindruck erzeugt wird, wofür zwei verschiedene Vorgehensweisen in Betracht kommen. Vorauszuschicken ist dabei, daß die Beobachtung der Präparatbewegung unter dem Mikroskop 1a häufig ein wichtiges Orientierungshilfsmittel für den Benutzer darstellt, gerade auch in der Telepathologie, und bei Schmalband-Übertragungsstrecken ein solcher bewegter Bildeindruck in Echtzeit durch permanente Online-Übertragung des Mikroskopgesichtsfeldes wegen der beschränkten Übertragungskapazitäten unmöglich ist.

Eine erste Vorgehensweise zur Bewegungseindruckvermittlung ist in Fig. 2 veranschaulicht. Bei diesem Verfahren wartet der Bilddatensender 3 nach benutzerseitiger Anforderung einer Präparatbewegung jeweils nach Übertragung eines Bildes 21 so lange mit der Übertragung eines nächsten Bildes 22, bis eine genügend große Präparatbewegung stattgefunden hat, was durch entsprechende Verschiebungsschwellwerte festgelegt wird. Diese sind so gewählt, daß das nächste Übertragene Bild 22 zumindest noch teilweise mit dem zuvor übertragenen Bild 21 überlappt, wie in Fig. 2 oben durch einen schraffierten Überlappungsbereich 2 dargestellt. Auf Seiten der Beobachtungsstation, d. h. in einem dem Bildwiedergabemonitor 9 zugeordneten Rechner, wird dann durch gleichmäßige Interpolation eine vorgebbare Anzahl von Zwischenbildern 23a, 23b, ..., 23n mit jeweils gleichmäßiger gegenseitiger Verschiebung generiert und dem Betrachter fortlaufend nacheinander zwischen den beiden übertragenen Einzelbildern 21, 22 vorgeführt. Der Beobachter bekommt somit den Eindruck einer gleichmäßigen Präparatbewegung, die lediglich gegenüber der Bewegungsanforderung zeitlich etwas verzögert ist. Dafür brauchen nur die beiden endseitigen Einzelbilder 21, 22 der gesamten Bildsequenz gemäß Fig. 2 übertragen zu werden, während die in Fig. 2 unten dargestellten Zwischenbilder 23a, ..., 23n erst auf Seiten der Beobachtungsstation generiert werden und daher keine Übertragungskapazität beanspruchen.

Eine zweite mögliche Vorgehensweise zur Bewegungseindruckvermittlung trotz schmalbandiger Übertragungsstrecke 7 ist in Fig. 3 veranschaulicht. Bei diesem Verfahren werden bei einer Präparatbewegung, wie in Fig. 3 durch einen Bewegungspfeil 24 veranschaulicht, in mehreren Schritten jeweils nur die neu in das Gesichtsfeld hereintretenden Bildbereiche 25 übertragen, welche diejenigen Bereiche des aktuellen Gesichtsfeldes 45a darstellen, die nicht mit dem Gesichtsfeld 45b des vorangegangenen Schrittes überlappen. Da die Fläche der jeweils neu hinzukommenden Bildbereiche 25 deutlich kleiner als die Gesamtfläche des Mikroskopgesichtsfeldes ist, ergibt sich eine entsprechende Reduktion der zu übertragenden Bilddatenmenge. Auf Seiten der Beobachtungsstation werden dann die übertragenen Bildbereiche 25 an das bestehende Bild angefügt, welches zuvor entsprechend verschoben wurde, wie mit dem Verschiebungspfeil 26 in Fig. 3 dargestellt. Bei diesem Verfahren ist die zeitliche Verzögerung zwischen Bewegungsanforderung und Reaktion auf dem Monitor 9 der Beobachtungsstation im Vergleich zum erstgenannten Verfahren geringer, dafür ist die Bewegungsgeschwindigkeit des Präparates etwas mehr eingeschränkt.

Die Parameter beider Verfahren können jeweils vollautomatisch vom System eingestellt werden, indem dieses über die Anforderungsbestimmungseinheit 15 die

vom Benutzer angeforderte Präparatbewegung erfaßt. Die Bildmontage kann so erfolgen, daß der Beobachter keinerlei Störungen im Stoßstellenbereich 27 zweier aufeinanderfolgender Bilder, wie er in Fig. 3 schraffiert angedeutet ist, wahrnimmt, was dadurch bewirkt wird, daß ein kleiner Überlappungsbereich aufeinanderfolgender Bilder dazu benutzt wird, eine Korrelationsanalyse durchzuführen und daraus die genaue Anstückelung zu bestimmen. Da Größe und Richtung der Bewegungsanforderung dem System über die Anforderungsbestimmungseinheit 15 bekannt sind, ist ihm auch die ungefähre Lage der aufeinanderfolgenden Bilder bekannt, so daß die Korrelationsanalyse nur noch kleinere Korrekturen zu liefern hat. Dies stellt folglich eine Mischung aus Vorabwissen und Auswertung von Bildinformation dar. Das System kann abhängig vom erfaßten Benutzerverhalten eine jeweils passende Bildfolgestrategie auswählen, die von der Bewegung um einzelne Spalten oder Zeilen bis zu ganzen Bildern reichen kann. Damit wird die zeitaufwendige und unnötige Übertragung redundanter Bildinformation verhindert.

Die Codiereinheit 14 ist so ausgelegt, daß sie die Bildqualität nach vorgegebenen Maßen bestimmt und an den Sender 3 zur Benutzung weitergibt. Dabei werden Qualitätsmaße verwendet, welche die örtliche Auflösung, die Farbtiefe und den Kontrast betreffen und dazu dienen, das Ausmaß eventueller Bildverschlechterungen durch Datenreduktion quantitativ und damit zum einen die Information des Bildinhaltes und zum anderen den für einen menschlichen Beobachter sichtbaren Bildqualitätsverlust beurteilen zu können. Eine solche Beurteilung kann auch vorgenommen werden, wenn statt des menschlichen Beobachters eine rechnergestützte Bildauswertung vorgesehen ist. Die mit diesen Bildqualitätsmaßen möglichen Quantifizierungen erlauben eine systematische Optimierung der Systemparameter und die Ermittlung optimaler Kompromisse zwischen Benutzeranforderungen und Systembegrenzungen.

Die Gestaltung der als Benutzerschnittstelle dienenden Bedieneinheit 10 ist nach dem Gesichtspunkt gewählt, das System effektiv interaktiv unter Berücksichtigung der Tatsache nutzen zu können, daß der Bilddatendurchsatz und damit die effektiv mögliche Arbeitsgeschwindigkeit durch den Engpaß der Übertragungsstrecke 7 bestimmt ist. Für eine solche Gestaltung gibt es verschiedene Alternativen. Vorzugsweise zeigt die Bedieneinheit 10 dem Beobachter in ergonomisch geeigneter Weise den Systembelastungszustand und limitierende Faktoren an, damit dieser sein Verhalten passend danach ausrichten kann.

Eine Gestaltungsmöglichkeit besteht darin, nach Anforderung einer Mikroskopsteuerungsaktion über die Bedieneinheit 10 durch den Benutzer letzterem auf dem zugeordneten Kontrollbildschirm 28 und/oder dem angekoppelten Lautsprecher 29 jeweils das Ende einer auf diese Anforderung hin erfolgten Bildübertragung beziehungsweise Mikroskopaktion anzuzeigen, so daß er dann eine neue Aktion starten oder eine begonnene fortführen kann. Die optische Signalisierung besteht beispielsweise aus einer Nachricht wie "System führt Objektivwechsel durch" oder "Autofokusprozeß läuft" oder aus einem Symbol oder einer Farbe, um den Grad der Verfügbarkeit der Systemressourcen, wie die Kanalbelegung, anzuzeigen. Akustisch kann der Systembeschäftigungszustand beispielsweise durch unterschiedliche Tonhöhen oder Tonimpulsfolgen signalisiert werden. Bei dieser Vorgehensweise steuert die Bildübertragungskontrolleinheit 30 den Kontrollbildschirm 28 und

den Lautsprecher 29 passend an.

Als weitere Gestaltungsmöglichkeit kann eine mechanische Rückkopplung vorgesehen sein, wie sie in Fig. 4 in Form einer Krafrückführung auf ein Bedienelement 31 der Bedieneinheit 10 dargestellt ist. Das Bedienelement 31 kann beispielsweise ein Drehknopf an der Bedieneinheit 10 zur Fernsteuerung des Mikroskopisches sein. Dem Benutzer wird über Krafrückkopplung mechanisch am Bedienelement 31 der Grad der Systemauslastung bzw. im Grenzfall die Systemblockierung angezeigt. Dazu wird über eine Ansteuereinheit 44 der Bedieneinheit 10, die Eingangsinformationen über den Systemzustand, wie er von der Systemzustandsbestimmungseinheit 42 ermittelt wird, erhält, mittels eines Reibungskraftstellgliedes 32 in Abhängigkeit von den Eingangsinformationen eine definierte Reibung und/oder mittels eines Krafrückkopplungsmotors 33 eine aktive Reaktionskraft eingestellt. Bei Blockierung der Anlage wird auch das Bedienelement 31 blockiert. Vorliegend signalisiert die rückgeführte Kraft neben den Kräften am Mikroskop vor allem den Belegungszustand der Anlage beziehungsweise deren am stärksten ausgelasteten Komponente, was im allgemeinen die Übertragungsstrecke 7 ist. Der Benutzer spürt unmittelbar, wenn er seine Aktionen fortsetzen beziehungsweise eine neue Aktion starten kann.

Ergonomische, dem jeweiligen Anwendungsgebiet angepaßte Gestaltungen der Bedieneinheit 10 sind ein wichtiger Punkt für die Akzeptanz einer solchen Anlage, z. B. als Telemikroskopieanlage in der Medizin. Eine Gestaltungslösung ist beispielsweise die Realisierung als eine Bedienmaus, mit der alle Mikroskopaktionen ferngesteuert von einer computermäusähnlichen Konstruktion gesteuert werden können. Neben dieser gängigen Mausstechnik kommt eine an den klassischen Mikroskopierarbeitsplatz extrem angepaßte Lösung in Betracht, die darin besteht, daß die Bedieneinheit 10 als Phantommikroskop gebildet ist, das aus einem dem realen Mikroskop des Bildaufnahmesystems nachgebildeten Mikroskop ohne Optik, jedoch sonst allen Bedienelementen besteht. Diese Bedienelemente sind mit Geben zur Erfassung der Benutzeranforderungen und gegebenenfalls mit den erwähnten Krafrückkopplungen gemäß Fig. 4 verbunden und erlauben die Steuerung des echten Mikroskops 1a der Mikroskopstation durch sinnfällige Bedienaktionen am Phantommikroskop der Beobachtungsstation. Mit dem Phantommikroskop steht dem Benutzer ein ihm gewohntes Arbeitsgerät zur Verfügung, so daß er sich nicht umzugewöhnen oder einzuarbeiten braucht. Einziger Unterschied zu seinem klassischen Arbeitsplatz ist die Beobachtung des Mikroskopgesichtsfeldes am Bildwiedergabemonitor 9 der Beobachtungsstation anstatt durch das Mikroskopokular.

Als weitere Funktionalität besitzt die gezeigte Telemikroskopieanlage die Fähigkeit zur prophylaktischen Übertragung von Bildszenen. Ausgehend von der Tatsache, daß bei einer eingehenden Untersuchung von Bildszenen im allgemeinen Zeitintervalle auftreten, in denen die vorhandene Übertragungskapazität nicht genutzt wird, werden diese Zeitintervalle von der Anlage dazu genutzt, im Hintergrund weitere Bilder aus Bereichen des Mikroskopgesichtsfeldes zu übertragen, von denen angenommen wird, daß sie anschließend vom Benutzer angefordert werden. Dazu enthält die Anlage einen nicht näher gezeigten Prädiktor für die wahrscheinliche Fortsetzung einer Untersuchung. Dieser Prädiktor schließt aus den Orten der bislang übertrage-

nen Gebiete des Präparates auf die Orte der nächsten Bildübertragung. Der Programmablauf für derartige Bildübertragungen ist in Fig. 5 als Flußdiagramm dargestellt.

Nach einem Startschritt 50 folgt zunächst ein Abfrageschritt 51 dahingehend, ob eine neue Bildanforderung vorliegt. Wenn dies der Fall ist, wird in einem darauffolgenden Abfrageschritt 52 geprüft, ob das neu angeforderte Bild bereits als zuvor übertragenes Hintergrundbild in einem zugehörigen Speicher abgelegt ist. Wenn dies der Fall ist, kann dieses abgespeicherte Bild im nächsten Schritt 53 sofort aus dem Speicher abgerufen und auf dem Monitor dargestellt werden. Ein nachfolgender Abfrageschritt 54 entscheidet dann, ob der Programmablauf abgebrochen und damit ein Stoppschritt 55 erreicht oder zur Durchführung eines neuen Programmzyklus hinter den Startschritt 50 zurückgesprungen wird.

Wenn sich im diesbezüglichen Abfrageschritt 52 ergibt, daß das neu angeforderte Bild noch nicht im Speicher vorliegt, werden zunächst die Koordinaten des Bildfeldes abgespeichert (Schritt 56), wonach dann das angeforderte neue Bild übertragen wird (Schritt 57), so daß es auf dem Monitor dargestellt werden kann. Zur Abspeicherung der Bildfeldkoordinaten ist ein entsprechender Adreßspeicher 58 vorgesehen, der in Fig. 5 durch gestrichelte Linien symbolisch mit den ihn betreffenden Programmpunkten verbunden ist.

Wenn im diesbezüglichen Abfrageschritt 51 das Fehlen einer neuen Bildanforderung festgestellt wird, bestimmt der Prädiktor in einem nächsten Schritt 59 die wahrscheinlichste nächste Bildadresse, beispielsweise durch Verlängerung der Spur der zuletzt übertragenen Präparatbereiche um ein zuvor verwendetes Verschiebungsincrement. Anschließend wird dieses wahrscheinlichste nächste Bild im Hintergrund während eines Zeitintervalls ungenutzter Übertragungsbandkapazität übertragen und seine Adresse abgespeichert (Schritt 60). Das übertragene Bildfeld wird dann im zugehörigen Bildspeicher abgelegt (Schritt 61), wo es dann auf Abruf bereitsteht. Anschließend wird mit dem Abbruchabfrageschritt 54 fortgesetzt. Diese prophylaktische Bildübertragung im Hintergrund bewirkt, daß sich im Mittel die Bildanzeigegeschwindigkeit verbessert, da das wahrscheinlichste nächste Bild im Moment seiner Anforderung häufig bereits auf Seiten der Beobachtungsstation im Bildspeicher vorliegt und von dort nur abgerufen zu werden braucht.

Eine weitere vorteilhafte, bei der Telemikroskopieanlage von Fig. 1 getroffene Maßnahme betrifft permanente Orientierungshilfen für den Beobachter, wie sie in Fig. 6 veranschaulicht sind. Diese Orientierungshilfen beinhalten die Benutzung eines separaten Überblicksbildschirms 39, auf dem ein zu Beginn einer Untersuchung vom Objekt angefertigtes Gesamtbild 38 dargestellt wird. Alternativ kann diese Gesamtbildarstellung auch als eingeblendetes Fenster auf dem Bildwiedergabemonitor 9 oder auf dem Anzeigebildschirm 28 erfolgen. In dem Gesamtbild ist ein in seiner Größe variables Markierungsrechteck 40 vorgesehen, das die Position des aktuellen Mikroskopgesichtsfeldes im Gesamtbild wiedergibt, wobei die Größe des Markierungsrechtecks 40 die Fläche des aktuellen Gesichtsfeldes bezüglich des Gesamtbildes repräsentiert. Bei einem anwählbaren Betriebsmodus bleibt jedes einmal angefahrne und untersuchte Gesichtsfeld im Gesamtbild 38 farblich markiert, so daß der insgesamt farblich markierte Bereich 41 den jeweils bereits untersuchten Präparatbereich angibt,

was dem Benutzer eine schnelle Übersicht über die Lage und die Fläche der bereits untersuchten Präparatgebiete gibt. Dies vermeidet Doppeluntersuchungen von Präparatgebieten, was wiederum den Datenfluß verringert.

Die gezeigte Telemikroskopieanlage besitzt des weiteren die Funktionalität, kleine Bildbereiche in Echtzeit übertragen zu können. Dem liegt die Überlegung zugrunde, daß die Übertragungskapazität der Übertragungsstrecke 7 normalerweise ausreicht, einen kleinen Bildausschnitt der gesamten Bildszena in Echtzeit zu übertragen. Diese Funktion ist beispielsweise in der Telepathologie dazu verwendbar, einzelne Zellkerne in mehreren Fokusebenen durchzufokussieren. Der Benutzer wählt dazu das gewünschte Detailbild mit einem kleinen, nicht gezeigten Teilbildrahmen in dem Gesamtbild 38 gemäß Fig. 6 aus und kann dann eine Bildübertragung in Echtzeit mit höchster Bildqualität für den umrahmten Bildausschnitt anfordern.

Des weiteren erlaubt die gezeigte Telemikroskopieanlage die Archivierung von ausgewählten Bildszenen. Mit dieser Funktion wird dem Benutzer die Möglichkeit gegeben, ausgewählte Bildszenen in einer Datenbank oder elektronischen Patientendatei abzuspeichern. Mit dem Bild wird ein Kommentar abgespeichert, der den Ort des Bildes im gesamten untersuchten Präparat sowie sämtliche Aufnahmebedingungen, insbesondere die verwendeten Mikroskopeinstellungen, angibt. Gleichzeitig werden diese Bilder in Kleinformat auf dem Bildwiedergabemonitor 9 während der Untersuchung eines Falles bereitgehalten.

Als Gegenstück zu dieser Archivierungsfunktion bietet die gezeigte Telemikroskopieanlage zudem die Möglichkeit, ausgewählte Präparatstellen erneut aufzurufen. Durch Anwählen eines Kleinbildes oder durch Aufruf aus der Datenbank oder der Patientenkartei heraus wird die gewünschte Bildszena des Präparates anhand der mitabgespeicherten Daten über den Bildort und die Mikroskopparameter aufgesucht und dargestellt. Bei Bedarf kann die Untersuchung des Präparates anschließend in der Nachbarschaft dieses Bildortes fortgesetzt werden. Diese Funktionalität ist besonders nützlich, wenn das Präparat zunächst voruntersucht und anschließend von einem Experten anhand der vorausgewählten Bildszenen endgültig bewertet wird.

In der gezeigten Telemikroskopieanlage ist zudem eine Lupenfunktion für die Inspektion vorgewählter Präparatstellen implementiert, mit welcher der Beobachter im Gesamtbild 38 gemäß Fig. 6 an eine auswählbare Stelle springen und selbige mit einer höheren Vergrößerung untersuchen kann. Diese Lupenfunktion wird vom System selbsttätig ausgeführt. Nach dem Ende eines Lupenfunktionsvorgangs werden automatisch der vorherige Vergrößerungszustand und der vorherige Untersuchungsort wieder eingestellt. Diese Funktionalität bietet dem Benutzer die Möglichkeit von Detailuntersuchungen mit relativ wenigen, von ihm vorzunehmenden Systemeingaben.

Um den Benutzern auf beiden Seiten der Telemikroskopieanlage, z. B. dem Pathologen auf Seiten der Beobachtungsstation und dem Operationspersonal auf Seiten der Mikroskopstation, eine optische Diskussionshilfe anzubieten, besitzt die gezeigte Telemikroskopieanlage je ein Zeigersymbol für jeden Diskussionspartner. Die beiden Zeigersymbole sind in Farbe und/oder Form unterschiedlich und werden von der jeweiligen Station gesteuert und damit bewegt und auch auf der jeweils anderen Station angezeigt, was die Diskussion von Bildde-

tails zwischen den voneinander entfernten Diskussionspartnern erleichtert beziehungsweise eindeutig macht.

Es versteht sich, daß die in Fig. 1 gezeigten, verschiedenen Funktionskomponenten der Telemikroskopieanlage jeweils als getrennte Bauteile oder als miteinander integrierte Einheiten beispielsweise eines Rechners sowie, soweit sich dies anbietet, in Software statt Hardware realisiert sein können, wie dies dem Fachmann geläufig ist. Des weiteren versteht sich, daß vom Fachmann neben der gezeigten weitere erfindungsgemäße Telemikroskopieanlagen realisierbar sind und daß die Erfindung zudem andere Arten von Objektfernuntersuchungseinrichtungen umfaßt, insbesondere Teleendoskopie- und Telesonographieanlagen. Bei Teleendoskopieanlagen ist das Mikroskop der gezeigten Telemikroskopieanlage durch ein ferngesteuertes oder von einer Bedienperson geführtes Endoskop ersetzt. In Telesonographieanlagen ist das Mikroskop der gezeigten Telemikroskopieanlage entsprechend durch ein ferngesteuertes oder von einer Bedienperson geführtes Sonographiesystem ersetzt. Im übrigen sind auch bei diesen Anlagentypen dieselben vorteilhaften Verfahrensweisen realisierbar, wie sie oben für die Telemikroskopieanlage erläutert wurden.

Patentansprüche

1. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung mit

- einem am Ort des zu untersuchenden Objektes (43) angeordneten Bildaufnahmesystem, einer davon räumlich entfernt angeordneten Beobachtungsstation zur Bildauswertung und zur Fernsteuerung des Bildaufnahmesystems und
 - einer zwischenliegenden, schmalbandigen Telekommunikations-Übertragungsstrecke, über welche die aufgenommenen Bilder unter Verwendung von Bilddatenkompression und/oder -reduktion zur Beobachtungsstation sowie die Fernsteuerbefehle zum Bildaufnahmesystem übertragen werden,
- gekennzeichnet durch
- eine Systemzustandsbestimmungseinheit (42), die laufend den bildübertragungsrelevanten Gesamtsystemzustand erfaßt und abhängig davon selbsttätig die Bilddatenkompression und/oder -reduktion und/oder die Anzahl von in einem Übertragungsbündel benutzten Telekommunikations-Einzelkanälen derart variabel steuert, daß sowohl eine für die jeweilige Situation benötigte Bildqualität als auch ein jeweils noch bestmöglicher Online-Bildeindruck erzielt wird,
 - wobei zur Erzielung eines jeweils bestmöglichen Bewegungseindrucks Mittel zum Erzeugen und Anzeigen von Zwischenbildern (23a, ..., 23n) zwischen zwei aufeinanderfolgend übertragenen, sich teilweise überlappenden Einzelbildern (21, 22) in der Beobachtungsstation angeordnet und/oder Mittel zum Übertragen jeweils nur desjenigen Bereiches (25) eines neu aufgenommenen Bildes (45a), der nicht in einem zuvor aufgenommenen Bild (45b) enthalten ist, und zum Anfügen der übertragenen Bildbereiche in der Beobachtungsstation passend an das bisher dargestellte Bild vorgesehen sind.

2. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung, insbesondere nach Anspruch 1, mit

- einem am Ort des zu untersuchenden Objektes (43) angeordneten Bildaufnahmesystem,
 - einer davon räumlich entfernt angeordneten Beobachtungsstation zur Bildauswertung und zur Fernsteuerung des Bildaufnahmesystems und
 - einer zwischenliegenden, schmalbandigen Telekommunikations-Übertragungsstrecke, über welche die aufgenommenen Bilder unter Verwendung von Bilddatenkompression und/oder -reduktion zur Beobachtungsstation sowie die Fernsteuerbefehle zum Bildaufnahmesystem übertragen werden,
- gekennzeichnet durch

- eine Systemzustandsbestimmungseinheit (42), die laufend den bildübertragungsrelevanten Gesamtsystemzustand erfaßt und abhängig davon selbsttätig die Bilddatenkompression und/oder -reduktion und/oder die Anzahl von in einem Übertragungsbündel benutzten Telekommunikations-Einzelkanälen derart variabel steuert, daß sowohl eine für die jeweilige Situation benötigte Bildqualität als auch ein jeweils noch bestmöglicher Online-Bildeindruck erzielt wird, wobei die Beobachtungsstation Mittel (31, 32, 33, 44) zur kraftrückwirkungsmechanischen Anzeige des Systembeschäftigungszustands aufweist.

3. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung, insbesondere nach Anspruch 1 oder 2, mit

- einem am Ort des zu untersuchenden Objektes (43) angeordneten Bildaufnahmesystem,
 - einer davon räumlich entfernt angeordneten Beobachtungsstation zur Bildauswertung und zur Fernsteuerung des Bildaufnahmesystems und
 - einer zwischenliegenden, schmalbandigen Telekommunikations-Übertragungsstrecke, über welche die aufgenommenen Bilder unter Verwendung von Bilddatenkompression und/oder -reduktion zur Beobachtungsstation sowie die Fernsteuerbefehle zum Bildaufnahmesystem übertragen werden,
- gekennzeichnet durch

- eine Systemzustandsbestimmungseinheit (42), die laufend den bildübertragungsrelevanten Gesamtsystemzustand erfaßt und abhängig davon selbsttätig die Bilddatenkompression und/oder -reduktion und/oder die Anzahl von in einem Übertragungsbündel benutzten Telekommunikations-Einzelkanälen derart variabel steuert, daß sowohl eine für die jeweilige Situation benötigte Bildqualität als auch ein jeweils noch bestmöglicher Online-Bildeindruck erzielt wird,
- wobei die Objektfernuntersuchungseinrichtung voraussichtlich später benötigte Bilder anhand der Bedienaktivitäten vorausschätzt und in Zeitpunkten mit ungenutzter Übertragungskapazität zur Beobachtungsstation überträgt und dort abspeichert.

4. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung, insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit

- einem am Ort des zu untersuchenden Objektes (43) angeordneten Bildaufnahmesystem,

- einer davon räumlich entfernt angeordneten Beobachtungsstation zur Bildauswertung und zur Fernsteuerung des Bildaufnahmesystems und
- einer zwischenliegenden, schmalbandigen 5
Telekommunikations-Übertragungsstrecke, über welche die aufgenommenen Bilder unter Verwendung von Bilddatenkompression und/oder -reduktion zur Beobachtungsstation sowie die Fernsteuerbefehle zum Bildaufnahme- 10
system übertragen werden, gekennzeichnet durch
 - eine Systemzustandsbestimmungseinheit (42), die laufend den bildübertragungsrelevanten Gesamtsystemzustand erfaßt und abhängig davon selbsttätig die Bilddatenkompression und/oder -reduktion und/oder die Anzahl von in einem Übertragungsbündel benutzten Telekommunikations-Einzelkanälen derart variabel steuert, daß sowohl eine für die jeweilige Situation benötigte Bildqualität als auch ein jeweils noch bestmöglicher Online-Bildeindruck erzielt wird und
 - Darstellungswerkzeuge, welche die Darstellung eines Objektgesamtbildes (38) umfassen, in welchem das aktuelle Gesichtsfeld und optional die bereits untersuchten Objektbereiche als jeweilige Markierungsflächen (40, 41) dargestellt wird.
- 5. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Systemzustandsbestimmungseinheit (42) die Parameter zur Datenkompression und/oder -reduktion unter anderem in Abhängigkeit vom Bildinhalt und der gewählten 30
Bildvergrößerung festlegt.
- 6. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter dadurch gekennzeichnet, daß als Übertragungsstrecke ein Bündel einer variablen Anzahl von Telekommunikationskanälen dient, wobei die Kanalanzahl von der Systemzustandsbestimmungseinheit (42) in Abhängigkeit vom erfaßten Gesamtsystemzustand eingestellt und die Kanallaufzeiten selbsttätig kompensiert werden. 40
- 7. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter dadurch gekennzeichnet, daß das Bildaufnahmesystem eine Autofokuseinrichtung (19) zur selbsttätigen Bildfokussierung beinhaltet. 45
- 8. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, weiter dadurch gekennzeichnet, daß das Bildaufnahmesystem eine Helligkeitssteuerungseinrichtung (20) zur selbsttätigen Helligkeitssteuerung beinhaltet. 50
- 9. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Beobachtungsstation als Bedieneinheit eine der im Bildaufnahmesystem vorgesehenen Bildaufnahmeeinrichtung nachgebildete Phantom-Bildaufnahmeeinrichtung aufweist. 55
- 10. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Beobachtungsstation Mittel zur Abspeicherung von Archivierungsdaten für eine jeweils übertragene Bildszene aufweist. 60

- 11. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung nach Anspruch 10, weiter dadurch gekennzeichnet, daß anhand der Archivierungsdaten eine jeweils ausgewählte Bildszene durch die Einrichtung selbsttätig wieder einstellbar ist.
- 12. Bildübertragende Objektfernuntersuchungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, weiter gekennzeichnet durch Mittel zum Auswählen kleiner Bildbereiche des Gesichtsfeldes und zur Übertragung des jeweils ausgewählten, kleinen Bildbereiches in Echtzeit mit der höchstmöglichen Bildqualität.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

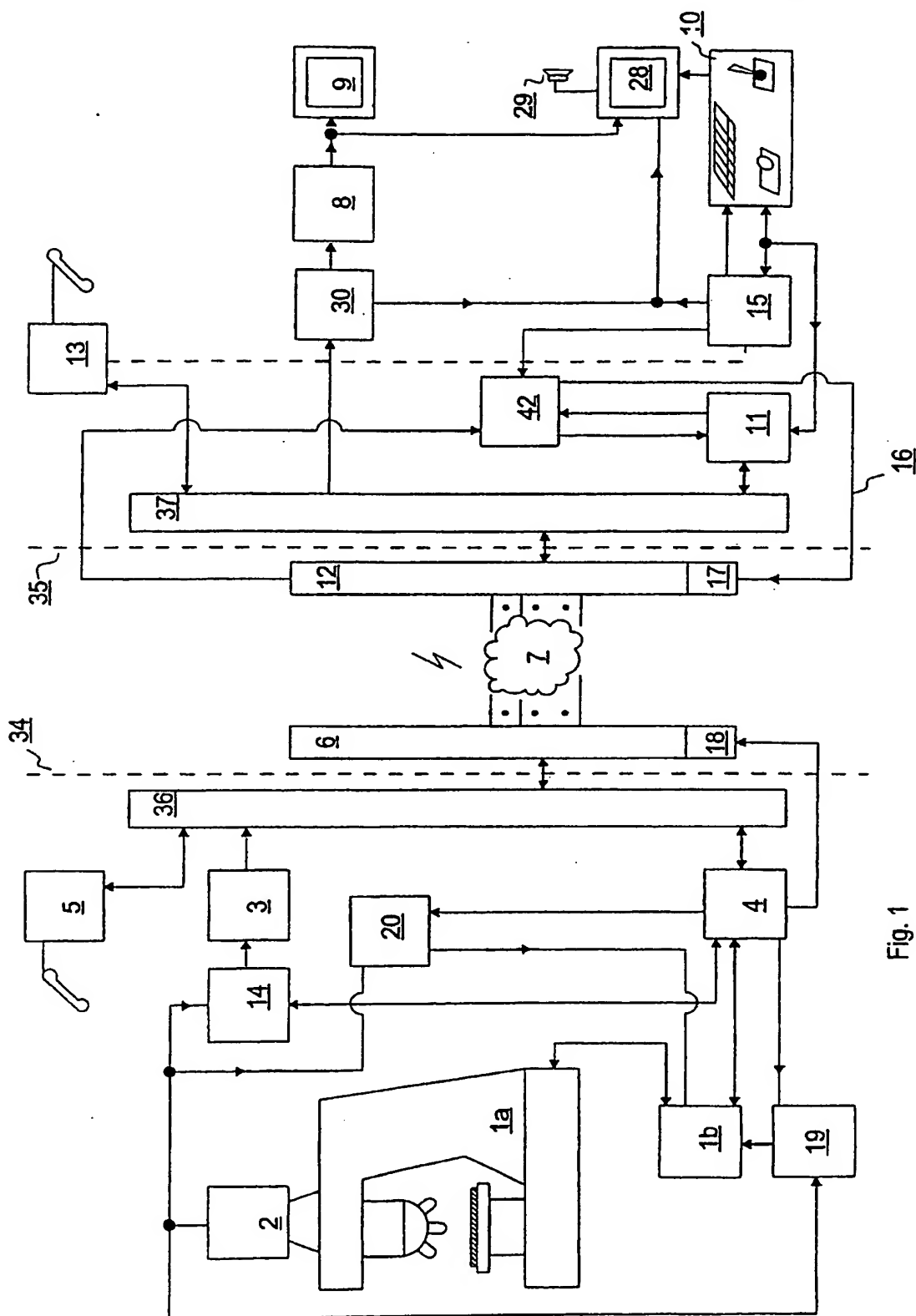


Fig. 1

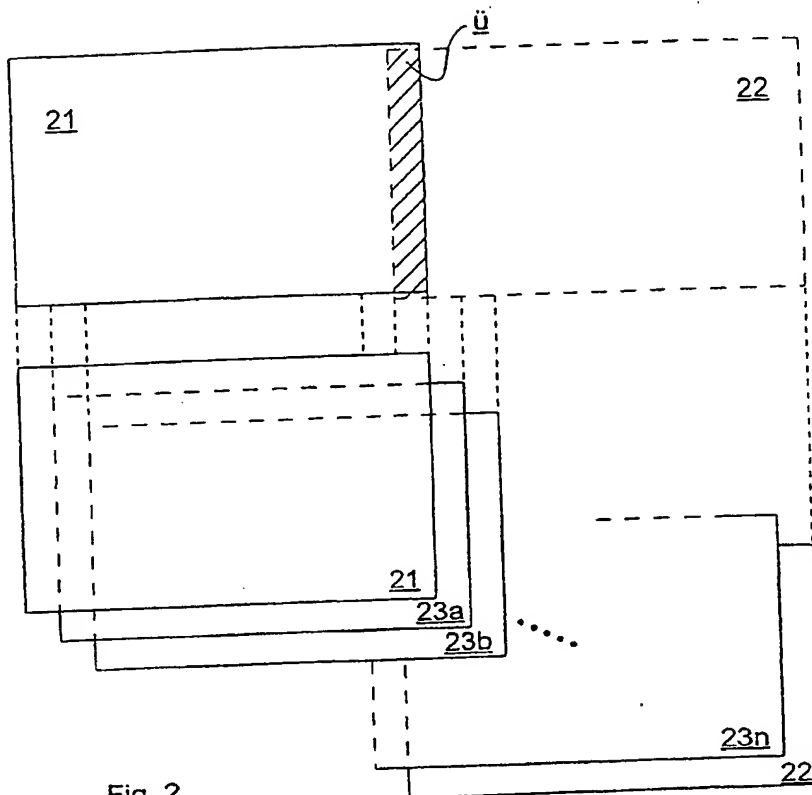


Fig. 2

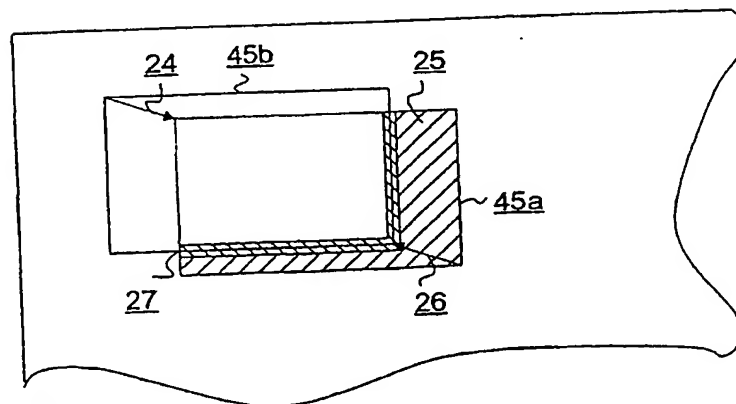


Fig. 3

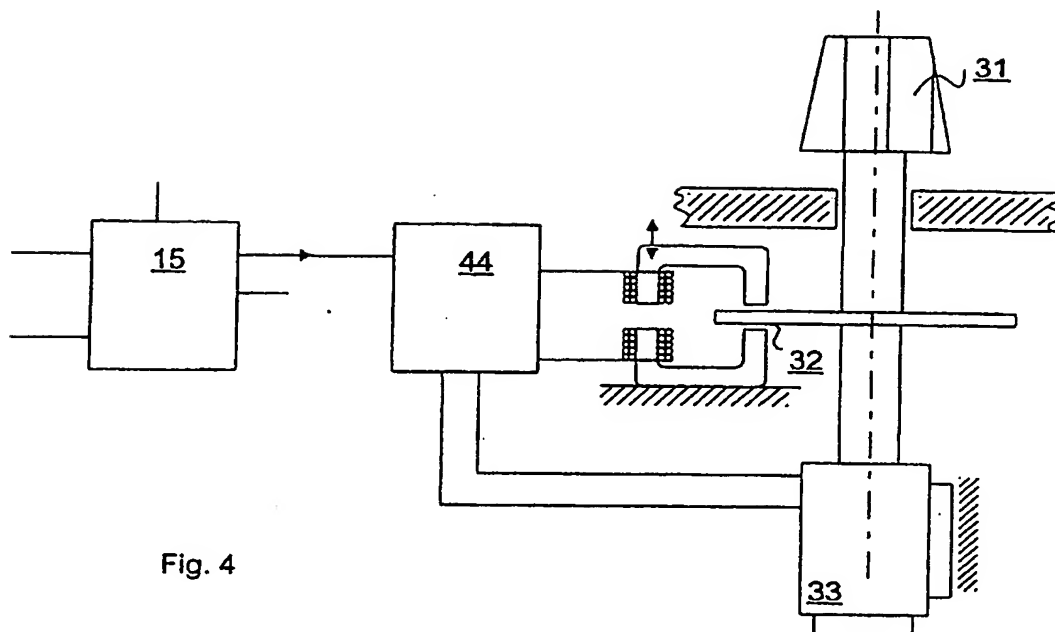


Fig. 4

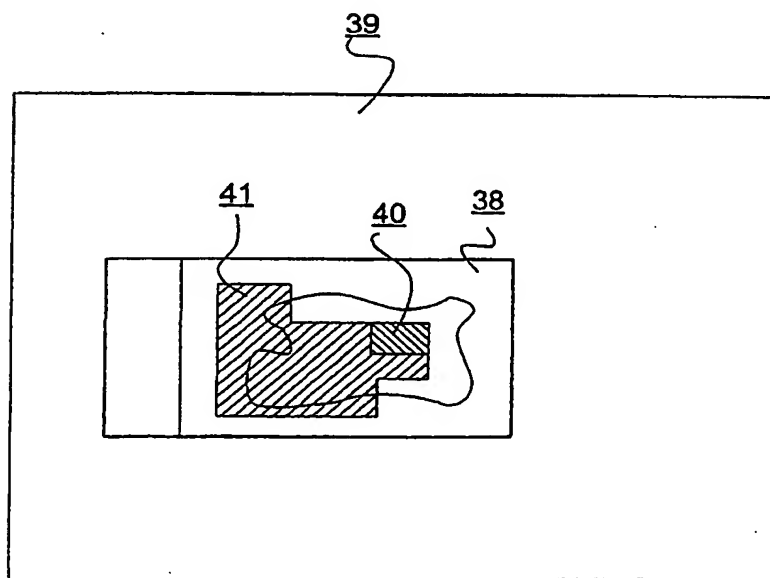


Fig. 6

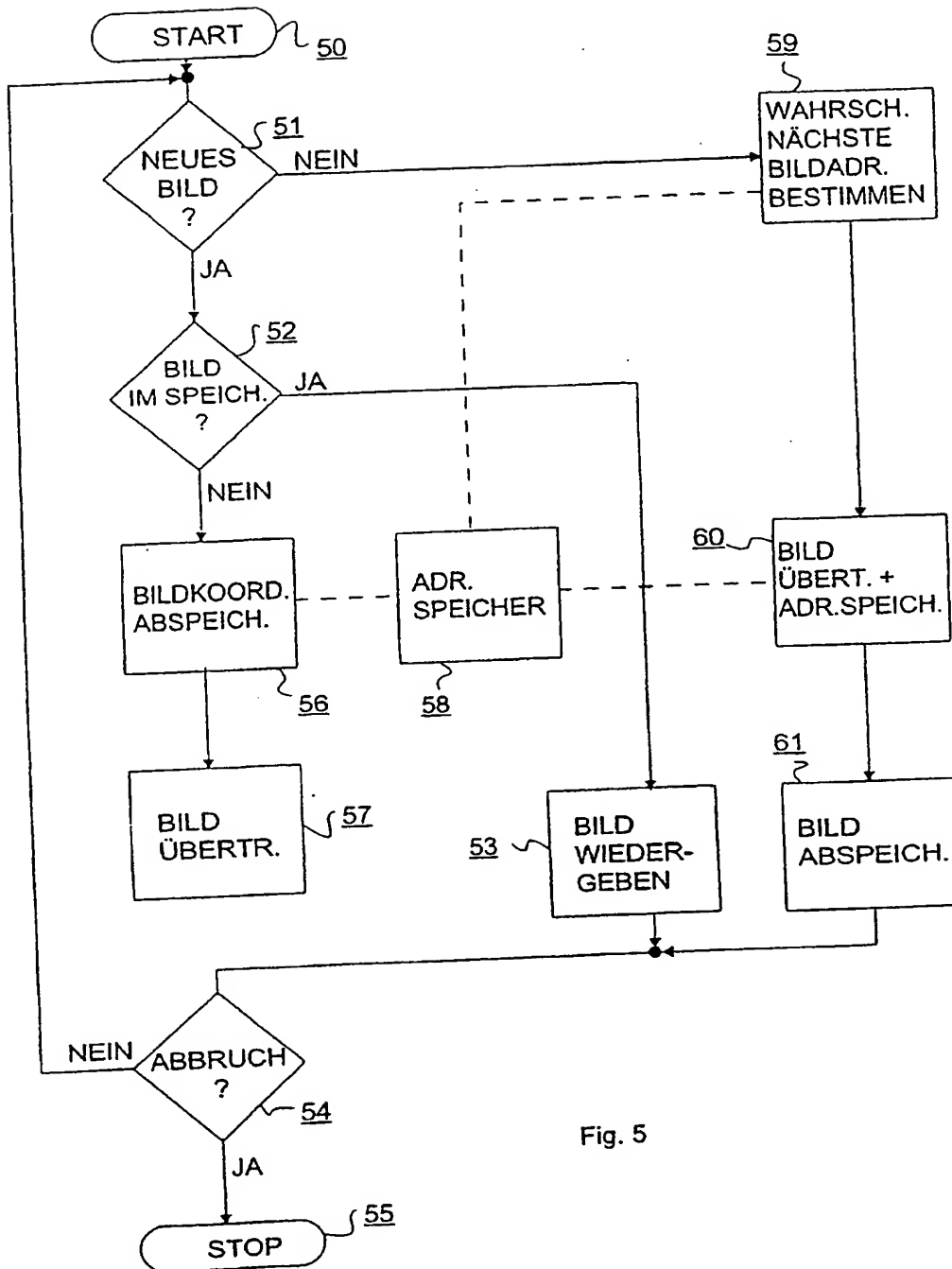


Fig. 5

19. FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY
GERMAN PATENT OFFICE

12. Patent Specification

10. DE 196 33 997 C1

51. Int. Cl.⁶:

H 04 N 1/413

H 04 N 1/64

H 04 N 7/12

H 04 M 11/06

G 02 B 21/00

G 02 B 21/36

G 02 B 23/24

G 03 B 42/00

// H04N 7/18, A61B

19/00

21. Reference: 196 33 997.9-31

22. Application date: 23.8.96

43. Disclosure date: --

45. Date of publication
of grant of patent: 26.3.98

Oppositions may be raised within 3 months of publication of the grant.

73. Patent proprietor:

University of Stuttgart, 70174 Stuttgart, DE

74. Representatives:

Wilhelm & Dauster, Patent Attorneys, 70174 Stuttgart

72. Inventors:

Peter Schwarzmann, 72555 Metzingen, DE; Joachim Schmid,
73431 Aalen, DE; Bernd Binder, 72138
Kirchentellinsfurt, DE

56. Documents considered in assessing patentability:

US 55 43 939

US 53 31 551

US 52 16 596

WO 94 03 014 A1

US-Z.: RISKIN, E. et al.: Variable Rate Vector

Quantization for Medical Image Compression. In:

IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 9, No. 3,

Sept. 1990, pages 290-298;

DE-Z.: BOCK, G.: Bildtelefon im ISDN (*Video Telephone in ISDN*). In:

Bosch Tech. Reports 8, 1986/87/89, Vol. 6, pages 296-309;

DE-Z: HEUSER, S.: Multimedia durch das Telefon (*Multimedia via the Telephone*).
In: Elektronik, Vol. 8, 1995, pages 52-58;
DE-Z.: HEUSER, S.: Video über Telefon (*Video over Telephone*). In:
Funkschau, Vol. 17, 1995, pages 38-41

54. Image transmitting remote object analysis device

57. The invention concerns a remote object analysis device with an image capture system arranged at the site of the object to be analysed (43), an observation station that is spatially remote from this for image analysis and for remote control of the image capture system and with an intermediate narrow-band telecommunications transmission path (7). According to the invention a system status determination unit (42) is provided, which continuously acquires the overall system status relevant to image transmission and dependent upon this automatically controls the image data compression and/or reduction and/or the number of telecommunications channels used in a transmission bundle, in such a way that both the image quality desirable for a particular situation as well as in each case the best possible online image impression are achieved.
Use, for example, for telemicroscopy, teleendoscopy and telesonography.

Description

The invention concerns a remote object analysis device with an image capture system arranged at the site of the object to be analysed, an observation station that is spatially remote from this for image analysis and for remote control of the image capture system and with an intermediate narrow-band telecommunications transmission path, via which the image data generated by the image capture system, using image data compression and/or reduction, can be transmitted to the observation station as well as control command signals generated by the observation station for remote control of the image capture system.

Remote object analysis devices of this kind are, for example, known in the form of telemicroscopy systems, as used in particular in telepathology. The object to be analysed is in this case a section of tissue, which has for example been produced during an operation. The image capture system contains a fully remotely controllable microscope, an image capture device for the microscope field of view, a transmitter for the image signal and a receiver for the control commands to the microscope. The transmitter and receiver and an additional voice channel are linked via an interface with a telecommunications transmission path. The observation station contains a receiver, a monitor for the images to be displayed, a device for generating control commands for the microscope and a transmitter for these control commands. The observer or the expert, e.g. a corresponding computer or a pathologist, can then analyse the microscope image transmitted. The transmitter and receiver and a voice channel are in turn connected via a suitable interface to the same telecommunications transmission path as the image capture system.

If the telecommunications transmission path has a bandwidth that is sufficient for the transmission of a television signal, the observer at the observation station can use all the functions of the microscope set up at the spatially remote location as if this were at his place of work. A telepathology system of this kind with broadband data transmission is described in US patent specification 5,216,596. However, broadband telecommunications channels for television signals are relatively expensive and have only limited availability. It has therefore already been proposed to operate telemicroscopes via the narrowband channels of the telephone networks, which are cheap and available throughout the world. A system with such narrowband technology using the ISDN network is described in the paper

by M. Oberholzer et al, Telepathology: frozen section diagnosis at a distance (1995), 426, page 3. The limited channel capacity, however, represents a bottleneck for the transmission of the image information, so that the online impression for the user can be lost and instead of a moving picture scene he just sees a slow succession of individual images. This also means that an immediate impression of the effect of his microscope control commands is lost since their effect is only visible to him with a long delay and discontinuity. The use of video telephony techniques merely allows the transmission of image scenes whose picture quality is inadequate for the majority of the applications considered here such as telemicroscopy, teleendoscopy and telesonography.

There have also already been a few measures proposed for economic use of ISDN channels for narrowband telemicroscopy systems, such as the use of a special autofocus system and the use of a type of compression and reduction of the image data to be transmitted, during its encoding, that is specified for and adapted to each particular system, see the papers from P. Schwarzmann, Telemicroscopy, Zentralbl. Pathol. 138, (1992) 6, page 383 and P. Schwarzmann et al, Telemicroscopy Stations for Telepathology Based on Broadband and ISDN Connections, 1995, 43, No. 4, page 209.

In an information sheet issued jointly in 1995 by the Institute for Physical Electronics of the University of Stuttgart and Deutsche Telekom AG on the scenario for the application of telepathology in immediate section for microscopic examination under surgery, it is proposed to use the limited capacity of narrowband telemicroscopy via the existing ISDN network in an optimum manner so that the system, according to the behaviour of the user, i.e. the observer at the observation station, can apply different strategies for image data compression and reduction, such as selection of greater data reduction for colour, positional resolution and quantisation of the image data where there is a requirement for an increased number of image transmissions per unit of time due to quicker movement of the object under the microscope.

In the published patent application WO 94/03014 a video security monitoring system is described in which a specific area is monitored by a video camera. The pictures recorded by this are transmitted to a remote monitoring station. The system user can, at the monitoring station, give control commands to the picture recording part of the system containing the video camera, in order to perform various camera adjustments. The data

transmission take places via an ISDN communications channel, wherein image data compression is also used. Here the system automatically switches from a low quality compression method to one of higher quality if movement of an object is detected in a central area of the recorded image.

5

The variable choice of data compression according to the image content is disclosed for an endoscope imaging system in patent specification US 5,331,551.

10 It is also known to carry out image data compression and/or reduction to adapt to the desired image resolution in each case. See for example the publications by E.A. Riskin et al, Variable Rate Vector Quantization for Medical Image Compression, Volume 9, No. 3, September 1990, page 290 and G. Bock, Bildtelefon im ISDN (*Video Telephone in ISDN*), Bosch Tech. Reports 8 (1986/87/89), Vol. 6, page 296. Apart from these publications, other publications from S. Heuser Multimedia durch das Telefon (*Multimedia via the Telephone*), 15 Elektronik, Vol. 8/1995, page 52, and S. Heuser, Video über Telefon (*Video over Telephone*), Funkschau, 17/95, page 38 describe a number of variants of video telephony.

The technical problem for the invention is to provide an image transmitting remote object analysis device of the type mentioned in the preamble which in its transmission 20 behaviour allows highly flexible and variable automatic adaptation to the individual situation such that optimum use can always be made of existing narrowband data transmission capacities.

The invention solves this problem by providing an image transmitting remote object 25 analysis device with the features of claim 1, 2, 3 or 4. This device contains a system status determination unit, which continuously captures the overall system status relevant to the image transmission including the system resources available in each case, and dependent upon this automatically controls the image data compression and/or reduction process and/or the number of transmission path channels used in a transmission bundle, in such a 30 way that both the image quality desirable for a particular situation and in each case the best possible online image impression for the situation concerned are achieved. In this way the device can be flexibly and variably adapted in relation to the image transmission to the system status that exists at any time. This system status relevant to the image transmission which is monitored by the system status determination unit, depending on the design,

includes in addition to the user behaviour, i.e. the control commands entered by the observer for the image capture system, in particular the actual status regarding the number of switched individual channels of the telecommunications channel bundle, the type of telecommunications network used, the status of the encoding unit performing the image data compression and/or reduction, the type of image capture device used and the image content in each case.

Despite the narrowband telecommunications link between the image capture system and the observation station in this way the device according to the invention allows the user to maintain an impression of online or real-time operation with high image quality. It is suitable for various types of remote object analyses, such as materials analyses at a distance, telemicroscopy, teleendoscopy and telesonography, depending on the object analysed and the image capture system used. When the device is used as a telemicroscopy system in telepathology it provides the pathologist with a tool with which telepathology with a high level of telepresence can be performed.

The device according to claim 1 enables a good online impression to be obtained in the form of a moving impression from transmitted, moving image scenes, in particular because individual pictures are transmitted in approximate steps which still overlap in part, and in the observation station interpolating intermediate images are then generated and displayed one after another, and/or because during such image movement in successive steps it is not the entire individual image that is transmitted in each case, but simply those image areas that are new since the previous individual image. These image areas are then attached in the observation station to the previous individual image to generate a new individual image.

With the device according to claim 2, the activity status of this, i.e. its transmission path loading and system activity, in particular can be indicated by means of pressure feedback on a corresponding operator's control, and can be detected directly by the system user at the observation station.

With the device according to claim 3, there is in particular the possibility of prophylactic transmission of image scenes, which according to a preliminary estimate by the system will be needed at a later time, at points in time when there is unused

transmission channel capacity. For this purpose the device contains a predictor of the likely continuation of the remote object analysis which, for example from the locations of previously transmitted object areas deduces the locations of the next image transmissions, for example by corresponding extension of the trail of the areas last transmitted.

5

With the device according to claim 4, for the reproduction of the image at the observation station a special display tool is provided with which an overall image on a separate screen or in the form of an overlaid window on the screen used for the detailed images can be displayed, wherein a marking area of variable size indicates the position of the current field of view of the image capture device. If necessary positions already used in the marking area can remain marked in the overall image in order to avoid duplication of analyses.

In a further device according to claim 5, the parameters for image data compression and/or reduction inter alia are set according to the image content and the selected image enlargement. So, for example, less structured, more highly enlarged images can if necessary be transmitted with a higher image transmission rate and lower image resolution than highly structured images with less enlargement.

A further device according to claim 6 uses as the transmission path a telecommunications channel bundle, in which the number of channels used in each case is dependent upon the system status detected and wherein the channel operating times are automatically compensated. The latter point is important because the user himself generally has no control over which paths of the individual communications channels, e.g. telephone channels, switching takes place. The ISDN network technology has proven to be particularly well-suited for such a bundle solution.

In a further device according to claim 7, the image capture system has an autofocus device, the operation of which is controlled by means of a plurality of control parameters as a function of the system status. In this way transmission of the mostly considerable quantities of image data that are needed just for image focusing can be avoided. Control of the autofocus device can take place either interactively or automatically by the system

30

A further device according to claim 8 has an automatic brightness control on the image capture system side, which can be activated either interactively or automatically. With a brightness control of this kind transmission can also be avoided of image information that is redundant for image analysis purposes, so that the online impression of the images transmitted is enhanced.

A further device according to claim 9 contains as the operating unit for the observer at the observation station a phantom, i.e. a replica of the image capture device used in the image capture system so that operations by the observer are detected by the phantom and converted into control commands for corresponding adjustment of the real image capture device.

A further device according to claim 10 offers the possibility of archiving selected image scenes.

A further device according to claim 11 has the capability, using previously stored archive data, of searching for and displaying desired image scenes quickly by a corresponding operation of the image capture system. This can be useful, for example, if initially a preliminary analysis is performed and then a definitive analysis using selected image scenes is carried out. Here it can be envisaged that the observer with the marking area starts up a particular area in the overview, which is then displayed on a larger scale, with the device thereby performing a convenient magnifying function for the user.

In a further device according to claim 12, there is the possibility of transmitting small, selectable image areas of an overall image in real time at maximum image quality, for which the capacity of the narrowband transmission path is generally sufficient.

A preferred embodiment of the invention is shown in the drawings and is described in the following. Here the figures show as follows:

Figure 1 is a block diagram of a telemicroscopy system with narrowband telecommunications channel transmission path.

Figure 2 is a series of images to illustrate a first method of conveying a moving impression in the telemicroscopy system of **Figure 1**.

Figure 3 is a series of images to illustrate a second method of conveying a moving impression in the telemicroscopy system of **Figure 1**.

Figure 4 is a schematic representation of a mechanical control element force feedback for the telemicroscopy system of **Figure 1**.

5 **Figure 5** is a flow diagram of a background image transmission method of the telemicroscopy system of **Figure 1** and

Figure 6 is a schematic screen representation to illustrate a method for analysis area marking in the telemicroscopy system of **Figure 1**.

10 **Figure 1** provides a block diagram of the structure of an image transmitting remote object analysis device in the form of a telemicroscopy system for use, for example, in telepathology. One half of the system contains an image capture system in the form of a microscope station and the other half an observation station arranged remotely from the microscope station where the observer, e.g. a pathologist and/or an image analysis
15 computer, are located.

The microscope station contains a normal microscope 1a, all of whose functions can be remotely controlled, with associated microscope controller 1b, an image capture device 2 that captures the microscope field of view, an image data encoding device 14, which
20 encodes the image data passed on by the image capture device 2 using conventional methods for data compression and image data reduction, a transmitter 3 and a subsequent interface 36, which makes available the encoded image data from the microscope station forwarded by the transmitter 3 to the outside. To this interface 36 a voice channel 5 in the form of a telephone channel from the microscope station is attached. An autofocus device
25 19 performs the automatic focusing of the microscope 1a by issuing corresponding focusing commands to the microscope controller 1b. A brightness control unit 20 ensures automatic brightness control, for which purpose the image data is passed to it by the image capture device 2 and it issues corresponding brightness control commands to the microscope controller 1b. Data supplied via the interface 36 of the microscope station is acquired by a
30 transceiver unit 4 which forwards this to the respective target components. At the same it acts as a transmitter for the issue of status information from the microscope controller 1b and the encoding device 14 to the observation station, for which purpose it is connected to both units 14, 1b via bidirectional signal lines.

The observation station contain an image data receiver 8, with added image reproduction monitor 9, wherein the receiver 8 is connected via an image transmission control unit 30 to an interface 37, via which the observation station sends and receives data. Like the microscope station, the observation station also has a telephone channel 13
 5 connected to its interface 37. Furthermore, the observation station has a control unit 10 which acts as user interface. As is known from conventional telemicroscopy systems, by entering corresponding control commands on the control unit 10 the user can control all the functions of the spatially remote microscope 1a for analysis of an object 43 or preparation positioned beneath the microscope 1a, e.g. with respect to the displacement movements of
 10 the microscope table and the selection of the respective lens for setting various magnifications. The control commands reach on the one hand the interface 37 via a transceiver unit 11, and on the other a requirements determination unit 15, which evaluates the control commands issued for analysis of the user behaviour as a parameter of the system status. The requirements determination unit 15, like the image transmission control
 15 unit 30, passes on signals to a control display unit of the observation station, which comprises a control screen 28 and a loudspeaker 29 and which furthermore is directly connected to the control unit 10. The image data received by the receiver 8 can also be supplied to the control screen 28.

20 Further essential components of the system include a system status determination unit 42 which is arranged, for example, in the observation station, which receives from the requirements determination unit 15 information signals concerning the behaviour of the user on the control unit 10 and via the receive function of the transceiver unit 11 the system status information from the microscope station, as they are in particular delivered by the
 25 microscope controller 1b and the encoding unit 14 via the transceiver unit 4 there.

The microscope station and the observation station communicate with each other via a virtual telescopy-microscopy device which in Figure 1 is represented by the area between the two dotted lines 34, 35 plus the two interfaces 36, 37 of the microscope station
 30 on the one side and the observation station on the other and has a universal command set for control commands, a suitable image transmission protocol and a respective interface 6, 12 with an intermediate telecommunications channel bundle 7 functioning as the transmission path, which is composed of a number, varying over time, of narrowband telecommunications individual channels. The virtual telemicroscopy device is used to be

able to link any one of a number of possible microscopy stations with any one of a number of possible observation stations without major adaptations for the purpose of data exchange. In order to be able to set the desired number of individual channels for the channel bundle 7, the two terminal communication channel interfaces 6, 12 each contain a
 5 channel selection unit 18, 17, in which the channel selection unit 18 arranged on the microscope station side is controlled by the transceiver unit 4 of the latter, while the other channel selection unit 17 is controlled by the system status determination unit 42. In order to detect the system status the system status determination unit 42 receives from the communication channel interface 12 on the observation station side information on the
 10 number of individual channels switched in each case.

The feature of the telemicroscopy system of Figure 1 may in particular be considered to be that by means of the system status determination unit 42 the system status, including the availability of system resources, is continuously determined and dependent
 15 thereon firstly the respective number of individual channels making up a transmission channel bundle 1 of the transmission path 7 between the microscope station and the observation station is determined and secondly the parameters for the image data compression and reduction in the encoding unit 14 are suitably adjusted. The parameters influencing the system status are in particular the user behaviour detected by the
 20 requirements determination unit 15 via the operations carried out from the control unit 10, the actual status of the number of individual channels making up the transmission bundle, the type of transmission path 7 used, the actual status of the encoding unit 14, the type of microscope 1a used and the image capture device 2 as well as the respective image content. All this information is queried by the system status determination unit 42 from the system
 25 components concerned. The number of transmission channels and the type of image data compression and reduction are then set by the system status determination unit 42 in such a way that despite the use of narrowband transmission channels the best possible online impression for the image reproduced on the monitor 9 of an object 43 positioned below the microscope with an image quality that is selected to be sufficient for each situation is
 30 maintained. For this purpose for the telemicroscopy system of Figure 1 a number of special procedures are envisaged which are explained individually and in more detail below.

An important point is the system status-dependent image data compression and reduction in the encoding unit 14. In order to make optimum use of the transmission

channel capacity, which on account of being narrowband is limited, for image transmission the image information is in any case compressed by the encoding unit 14 and where permissible for the respective application also reduced. Since the user when working on the telemicroscopy system, makes various demands in terms of image resolution, image transmission rate and the image size of the microscope image, a set image compression and image reduction method would be inconvenient. Therefore the telemicroscopy system uses system status-dependent variable image data compression and reduction. Depending on the system status, as continuously determined by the system status determination unit 42, in particular depending on the requirements set by the user for the system via the requirements determination unit, the best compromise in each case between the image transmission rate and the image resolution is determined and the encoding unit 14 is automatically adjusted by the system. For this the system status determination unit 42, via the transceiver unit 11 and the transmission path 7, sends corresponding encoding control signals to the microscope station, which are received there by the transceiver unit 4 and relayed to the encoding unit 14.

If the user, for example through frequent and rapid remote-controlled movements of the preparation 43 under the microscope 1a or by acoustic input signals indicates that he wants to sample preparation areas quickly in an overview, then the system sets the high image rate that is necessary for this, while the image resolution can be reduced. Conversely, the system interprets longer dwelling on the same preparation area as meaning that this area should be analysed more precisely with higher localised resolution and therefore a lower image rate, for which purpose in turn the encoding type is adjusted appropriately. Image encoding requirements of this kind derived from user behaviour and the other system status parameters are used to control the operating characteristics of the encoding unit 14 in terms of lateral image resolution, colour resolution and time resolution in the form of the video transmission rate. Here all states from the highest resolution with the minimum image rate to very low resolution or small image field with television image rate in arbitrary steps can be automatically set. The encoding settings are made completely automatically and do not require any actions on the part of the user that might divert him from his true analytical work. For the encoding methods conventional methods can be used, provided that they allow intervention in their mode of operation for the purposes of the explained setting of a compromise between the image transfer rate and the image resolution as, for example, is the case with the common encoding methods that go by the abbreviations JPEG and

MPEG. This type of variable and flexible image data compression and reduction leads to a very economical use of the transmission channel capacity and to the best possible online impression, dependent upon the situation, of the image sequences transmitted.

5 A further measure for optimum utilisation of the transmission capacity of the narrowband transmission path 7 with the best possible online impression of the image sequences transmitted is the automatic bundling of a variable number, in each case, of narrowband individual channels. This can be achieved without problem and economically, for example by using the public telephone network as the transmission path, since here with
10 private branch exchanges there may already be numerous individual channels available or otherwise additional connections can be easily switched in. Depending on the system status, the system status determination unit 42 determines in each case the optimum number of individual channels combined into a transmission bundle and issues corresponding control commands for the channel selection units 17, 18, wherein it drives the channel selection
15 unit 17 on the observation station side directly via a control line 16. The control commands for the other channel selection unit 18 are issued via the transceiver unit 11 on the observation station side and the subsequent interface 37 on the transmission path 7 and transmitted by these to the microscope station, where they are received by the transceiver
20 until 4 there and used for controlling the channel selection unit 18 concerned. Alternatively the interface 6 may be designed in such a way that it infers what channel busying is set on the opposing interface 12 from the data flow, so that control via the transceiver unit 4 can be dispensed with.

25 In this way automatic selection or deselection of respective individual channels is performed, wherein the signal to be transmitted is suitably split and distributed across the various channels. Signal splitting of this kind is known in other areas of data transmission, so that there is no need to go into this in detail. With this method it should be ensured that on the receiver side the signals from the individual channels are reassembled in the correct time sequence. This is no trivial control process because the user does not have any control
30 over which paths the individual telephone channels are switched through. This may, for example, in one case take place via a terrestrial link and in another via a satellite link. ISDN network technology has proved to be particularly suitable for the application in question for creating such a channel bundle solution.

By using the autofocus device 19 image transmission capacity can be saved which would otherwise be needed for focusing purposes. For in order to focus a microscope scene interactively the transmission of large numbers of almost in focus and very high resolution images with the corresponding signal volume is necessary. This transmission of image data which is not relevant for the actual analysis of the microscope image scene is avoided with the autofocus device 19 which activates automatically upon demand for a new image section or another enlargement or the parameters of which can be adjusted by the system status determination unit 42 according to the system status. The autofocus device 19 used can be one like that disclosed in published patent application DE 42 26 523 A1 to which reference can be made here.

Similarly to this automatic focusing the telemicroscopy system has a brightness control unit 20, which can be controlled either automatically or according to the system status by the system status determination unit 42, for which purpose the latter sends corresponding control commands to the brightness control unit 20. This automatic brightness control also avoids the transmission of image information that is of no use for the image analysis and thus in turn allows improved utilisation of transmission capacities to achieve the best possible online impression of the image sequences displayed on the monitor 9.

Furthermore, the telemicroscopy system allows the impression of movement to be given of a preparation 43 being moved under the microscope 1a for the image sequences displayed on the monitor 9, in that an online impression is generated for such moved image sequences two different procedures for this being possible. It has to be said at the outset here that the observation of the preparation movement under the microscope 1a frequently represents an important orientation aid to the user, especially in telepathology, and with narrowband transmission paths a moved image impression of this kind in real time by permanent online transmission of the microscope image field is not possible because of the limited transmission channel capacities.

An initial procedure for creating a moving image impression is illustrated in Figure 2. With this method the image data transmitter 3, following a request from the user for a preparation movement, in each case following transmission of an image 21 delays the transmission of the next image 22 until a sufficiently great preparation movement has taken

place, which is determined by corresponding displacement thresholds. These are selected in such a way that the next image 22 transmitted overlaps at least in part with the previously transmitted image 21, as shown at the top of Figure 2 by a hatched overlap area \bar{u} . At the observation station side, i.e. in a computer assigned to the image reproduction monitor 9, through a regular interpolation of a specifiable number of intermediate images 23a, 23b, etc to 23n with in each case regular displacement at the other end are generated and continuously shown to the observer one after another between the two individual images 21, 22 transmitted. In this way the observer has the impression of an even preparation movement, which is simply delayed slightly in relation to the movement request. For this only the two terminal individual images 21, 22 out of the entire image sequence according to Figure 2 need to be transmitted, while the intermediate images 23a, etc to 23n, shown at the bottom of Figure 2 are only generated at the observation station side and therefore require no transmission channel capacity.

A second possible procedure for creating an impression of movement despite the narrowband transmission path 7 is shown in Figure 3. With this method for a preparation movement, like that shown in Figure 3 by a movement arrow 24, in several steps in each case only the new image areas 25 arising in the field of view are transmitted, which represent those areas of the current field of view 45a, which do not overlap with the field of view 45b of the previous step. Since the area of the new image areas 25 occurring in each case is significantly smaller than the total area of the microscope's field of vision there is a corresponding reduction in the amount of image data to be transmitted. On the observation station side the image areas 25 transmitted are then attached to the existing image, which has first been correspondingly displaced, as shown by the displacement arrow 26 in Figure 3. With this method the time delay between the movement request and the response on the monitor 9 of the observation station is less than with the first method mentioned and so the speed of movement of the preparation is somewhat more limited.

The parameters of both methods can in each case be set fully automatically by the system by the latter acquiring the preparation movement requested by the user via the requirements determination unit 15. The image assembly can take place in such a way that the observer does not notice any discontinuity at the join 27 between two successive images, as shown by hatching in Figure 3. This is achieved by using a small area of overlap between successive images to perform a correlation analysis and from this to determine the

exact tessellation. Since the amount and direction of the movement request are known to the system via the requirements determination unit 15, it will also know the approximate position of the subsequent images, so that the correlation analysis only has to provide minor corrections. Consequently this represents a mixture of prior knowledge and analysis of image information. Depending on the user behaviour acquired the system can in each case select a suitable image sequence strategy which can range from movement by individual columns or lines to entire images. This prevents the time-consuming and unnecessary transmission of redundant image information.

The encoding unit 14 is designed in such a way that it determines the image quality according to specified variables and passes this on to the transmitter 3 for it to use. Here quality variables are used which relate to the positional resolution, colour fidelity and contrast and are used to be able to assess any image degradation quantitatively through data reduction, and thus to assess on the one hand the information on the image content and on the other the visible loss of image quality for the human observer. Such an assessment can be performed if instead of the human observer a computer-aided image analysis is provided for. The quantifications which are possible with these image quality variables allow a systematic optimisation of the system parameters and determination of the optimum compromise between user requirements and the system limits.

The design of the control unit 10 which serves as the user interface is selected with a view to being able to effectively use the system interactively, bearing in mind the fact that the image data throughput and thus the possible effective working speed is determined by the bottleneck that is the transmission path 7. For a design of this kind there are various alternatives. Preferably the control unit 10 shows the observer in an ergonomic fashion the system load status and limiting factors so that he can align his behaviour accordingly.

One possible design consists of, following a request for a microscope control action via the control unit 10 by the user, indicating to the latter via the assigned control screen 28 and/or the connected loudspeaker 29, in each case the end of the image transmission or microscope action that has taken place as a result of this request, so that he can then start a new action or continue with one that has begun. The visual signalling comprises, for example, a message such as "System performing objective change" or "Autofocus process in progress", or a symbol or a colour, in order to indicate the level of availability of the

system resources such as channel busying. Acoustically the level of system activity can for example be signalled by different tone levels or tone pulse sequences. With this procedure the image transmission control unit 30 controls the control image screen 28 and the loudspeaker 29 in a suitable manner.

5

As a further design possibility mechanical feedback can be provided as shown in Figure 4 in the form of force feedback on an operator element 31 of the control unit 10. The operator element 31 may, for example, be a rotary knob on the control unit 10 for remote control of the microscope table. By means of the force feedback the user is advised of the level of system loading mechanically on the operator element 31, or in the limiting case of the system blocking. For this, the input information on the system status as determined by the system status determination unit 42, is received via a triggering unit 44 of the control unit 10, and by means of a frictional force actuator 32, according to the input information, a defined friction, and/or by means of a force feedback motor 33 an active reaction force is set. If the system is blocked the operator element 31 is also blocked. In the present case the force feedback indicates, apart from the forces at the microscope, above all the system use status or its components with the heaviest loading, which is generally the transmission path 7. The user can feel directly if he can continue his activities or start a new activity.

20

Ergonomically, control unit 10 designs matched to the respective area of application are an important aspect for the acceptance of such systems – for example as telemicroscopy systems in medicine. One design solution is, for example, the creation as a mouse with which all microscope actions can be remotely controlled or controlled by a device similar to a computer mouse. Apart from this conventional mouse technology there is a possible solution which is extremely well-suited to the conventional microscope operator's workstation. This consists of the control unit 10 being in the form of a phantom microscope which comprises a microscope that is a replica of the real image acquisition system microscope, without the optic but with all the other operator elements. These operator elements are connected to sensors for acquisition of the user requirements and possibly with the force feedback devices mentioned according to Figure 4 and allow control of the real microscope 1a at the microscope station through clear operator actions on the phantom microscope of the observation station. With the phantom microscope the user has a working device available which he is used to so that he does not have to familiarise himself with or be trained on it. The only difference from his conventional workplace is the observation of

30

the microscope's field of view on the image reproduction monitor 9 of the observation station instead of through the microscope eyepiece.

A further functionality of the telemicroscopy system indicated is the prophylactic image scene transmission capability. Based on the fact that for a comprehensive analysis of image scenes time intervals are usually involved during which the available transmission channel capacity is not used, these time intervals are used by the system, in the background, to transmit further images of areas of the microscope's field of view, which it is assumed the user will subsequently require. For this purpose the system contains a predictor (not shown in detail) for the likely continuation of the analysis. This predictor infers from the locations of the areas of the preparation transmitted up to that point the location of the next image transmission. The program execution for such image transmissions is shown in Figure 5 as a flow diagram.

After a starting step 50 the next is a query step 51 into whether there is a new image requirement. If this is the case, in a subsequent query step 52 a check is made to see if the new image requested is already stored as a previously transmitted background image in an associated memory. If this is the case the stored image can be immediately called up from the memory in the next step 53 and displayed on the monitor. A subsequent query step 54 then decides whether the program execution is to be interrupted and thus a stop step 55 reached or in order to perform a new program cycle a jump back performed to the start step 50.

If in the related query step 52 it transpires that the new image requested is not yet present in the memory, initially the coordinates of the image field are stored (step 56), after which the requested new image is transmitted (step 57), so that it can be displayed on the monitor. For storage of the image field coordinates a corresponding address memory 58 is provided, which in Figure 5 is linked symbolically by broken lines to the corresponding program points.

If in the related query step 51 the absence of a new image requirement is detected, the predictor determines in a next step 59 the most likely next image address, for example by extending the trail of the last preparation areas transmitted by a previously used displacement increment. Then this most likely next image is transmitted in the background

during an interval of time of unused transmission channel capacity and its address stored (step 60). The image area transmitted is then stored in the associated image memory (61), where it is then ready to be called up. Then the interrupt enquiry step 54 is continued with. This prophylactic image transmission in the background means that the average image
 5 display speed is improved, since the most likely next image at the time it is requested is frequently already present on the observation station side in the image memory and just has to be called up from there.

A further advantageous measure that has been taken with the telemicroscopy system
 10 of Figure 1 concerns the permanent orientation aids for the observer as shown in Figure 6. These orientation aids involve the use of a separate overview screen 39, on which the overall image 38 which is created at the start of the analysis of the object is displayed. Alternatively this overall image display can be in the form of a window overlaid on the image display monitor 9 or the display screen 28. In the overall image a variable size
 15 marking rectangle 40 is provided which indicates the position of the current microscope field of view in the overall image, the size of the marking rectangle 40 representing the area of the current field of view with regard to the overall image. In a selectable operating mode each field of view that has already been run and analysed is marked by a colour in the overall image 38 so that the total colour marked area 41 indicates the respective area of the
 20 preparation that has already been analysed, giving the user a rapid overview of the location and area of the preparation areas already analysed. This avoids repeat analyses of preparation areas which in turn reduces the data flow.

The telemicroscopy system indicated also has the functionality of being able to
 25 transmit small image areas in real time. The thinking behind this is that the transmission capacity of the transmission path 7 is normally sufficient to transmit a small image section of the overall image scene in real time. This function can, for example in telepathology, be used for focusing through on individual nuclei in a number of focal planes. For this the user selects the desired detailed image with a small partial image frame (not shown) in the
 30 overall image 38 according to Figure 6 and can then request image transmission in real time with the maximum image quality for the bordered image section.

Furthermore the telemicroscopy system indicated allows the archiving of selected image scenes. With this function the user has the possibility of storing selected image

scenes in a database or an electronic patient file. A comment is stored along with the image which indicates the location of the image in the overall preparation examined and all acquisition conditions, in particular the microscope settings used. At the same time these images are kept available in small format on the image display monitor 9 during the analysis.

As a counterpart to this archiving function the telemicroscopy system indicated also offers the possibility of calling up selected preparation points again. By selecting a small image or by calling it up from the database or the patient card index the desired image scene of the preparation is searched for and displayed using the data stored for it on the image location and the microscope parameters. If necessary the analysis of the preparation can then be continued in the vicinity of this image area. This functionality is particularly useful if the preparation first has to undergo a preliminary analysis followed by an expert assessment by an expert using the preselected image scenes.

In the telemicroscopy system indicated a magnifying function for inspection of preselected preparation points is implemented, with which function the observer in the overall image 38 according to Figure 6 can jump to a selectable point and analyse this with a higher magnification. This magnifying function is performed by the system automatically. At the end of a magnifying function process the previous magnification status and the previous analysis point are reverted to. This functionality offers the user the possibility of performing detailed analyses, having to perform relatively few system inputs.

In order to allow users on both sides of the telemicroscopy system, e.g. the pathologist on the observation station side and the operating personnel on the microscope station side, a visual discussion aid, the telemicroscopy system indicated has a pointer symbol for each discussion partner. The two pointer symbols are of different colours and/or shape and are controlled and thus moved from the respective station and are also displayed on the respective other station, making the discussion of image details between the spatially remote parties to the discussion easy and unambiguous.

It goes without saying that the various functional components of the telemicroscopy system indicated in Figure 1 can each be created as separate assemblies or as units that are integrated to form, for example, a computer and, where appropriate, as software or

hardware, as will be familiar to the person skilled in the art. It also goes without saying that the person skilled in the art, apart from the telemicroscopy system indicated according to the invention, will be able to create others and that the invention also includes other types of remote object analysis devices, in particular teleendoscopy and telesonography systems.

- 5 In teleendoscopy systems the microscope of the telemicroscopy system indicated is replaced by a remotely controlled or an operator-controlled endoscope. In telesonography systems the microscope of the telemicroscopy system indicated is accordingly replaced by a remotely controlled or an operator-controlled sonography system. Furthermore, with these types of systems the same advantageous procedures can be performed as have been
- 10 explained above for the telemicroscopy system.

Claims

1. Image transmitting remote object analysis device with:
 - an image capture system arranged at the site of the object to be analysed (43), an observation station arranged spatially remote from this for image analysis and for remote control of the image capture system and
 - an intermediate narrowband telecommunications transmission path, via which the captured images are transmitted using image data compression and/or reduction to the observation station and the remote control commands to the image acquisition system,
 characterised by
 - a system status determination unit (42), which continuously captures the overall system status relevant to the image transmission and, dependent upon this, automatically controls the image data compression and/or reduction and/or the number of individual telecommunications channels used in a transmission bundle in a variable manner such that both the image quality required for a particular situation and in each case the best possible online image impression are achieved
 - wherein in order to achieve in each case the best possible impression of movement means for generating and displaying intermediate images (23a to 23n) between two successively transmitted and partly overlapping individual images (21, 22) are arranged in the observation station and/or means for transmitting in each case only the area (25) of a newly captured image (45a) that is not contained in a previously captured image (45a), and for conveniently attaching the transmitted image areas in the observation station to the previously displayed image are provided.
2. Image transmitting remote object analysis device, in particular according to claim 1, with
 - an image acquisition system arranged at the site of the object to be analysed (43),
 - an observation station that is arranged spatially remote from this for image analysis and for remote control of the image capture system and
 - an intermediate, narrowband telecommunications transmission path, via which the captured images are transmitted using image data compression and/or reduction to the observation station and remote control commands to the image capture system,
 characterised by

- a system status determination unit (42) which continuously captures the overall system status relevant to the image transmission and, dependent upon this, automatically controls the image data compression and/or reduction and/or the number of individual telecommunications channels used in a transmission bundle in a variable manner such that both the image quality required for a particular situation and in each case the best possible online image impression are achieved, wherein the observation station has means (31, 32, 33, 44) for indicating by mechanical force feedback the system activity status.
3. Image transmitting remote object analysis device, in particular according to claim 1 or 2, with
- an image acquisition system arranged at the site of the object to be analysed (43),
 - an observation station that is arranged spatially remote from this for image analysis and for remote control of the image capture system and
 - an intermediate, narrowband telecommunications transmission path, via which the captured images are transmitted using image data compression and/or reduction to the observation station and remote control commands to the image capture system, characterised by
 - a system status determination unit (42) which continuously captures the overall system status relevant to the image transmission and, dependent upon this, automatically controls the image data compression and/or reduction and/or the number of individual telecommunications channels used in a transmission bundle in a variable manner such that both the image quality required for a particular situation and in each case the best possible online image impression are achieved,
 - wherein the remote object analysis device estimates in advance images that will probably be needed later using the operating activities and transmits these at points in time when there is unused transmission channel capacity to the observation station and stores them there.
4. Image transmitting remote object analysis device, in particular according to any one of claims 1 to 3, with
- an image acquisition system arranged at the site of the object to be analysed (43),
 - an observation station that is arranged spatially remote from this for image analysis and for remote control of the image capture system and

- an intermediate, narrowband telecommunications transmission path, via which the captured images are transmitted using image data compression and/or reduction to the observation station and remote control commands to the image capture system, characterised by

- 5 - a system status determination unit (42) which continuously captures the overall system status relevant to the image transmission and dependent upon this automatically controls the image data compression and/or reduction and/or the number of individual telecommunications channels used in a transmission bundle in a variable manner such that both the image quality required for a particular situation and in each case the best possible online image impression are achieved and
- 10 - display tools which include the display of an overall image (38) of the object, in which the current field of view and optionally the object areas already analysed are shown as respective marking areas (40, 41).
- 15 5. Image transmitting remote object analysis device according to any one of claims 1 to 4, further characterised in that the system status determination unit (42) determines the parameters for data compression and/or reduction inter alia as a function of the image content and the image enlargement selected.
- 20 6. Image transmitting remote object analysis device according to any one of claims 1 to 5, further characterised in that a bundle of a variable number of telecommunications channels serves as the transmission path, the number of channels being set by the system status determination unit (42) as a function of the overall system status acquired and the channel operating times are automatically
- 25 compensated.
7. Image transmitting remote object analysis device according to any one of claims 1 to 6, further characterised in that the image capture system contains an autofocus device (19) for automatic image focusing.
- 30 8. Image transmitting remote object analysis device according to any one of claims 1 to 7, further characterised in that the image capture system contains a brightness control device (20) for automatic brightness control.

9. Image transmitting remote object analysis device according to any one of claims 1 to 8, further characterised in that the observation station has, as the control unit, a phantom image capture device that is a replica of the image capture device provided for in the image capture system.

5

10. Image transmitting remote object analysis device according to any one of claims 1 to 9, further characterised in that the observation station has means for storing archive data for each image scene transmitted.

10

11. Image transmitting remote object analysis device according to claim 10, further characterised in that using the archive data a respective selected image scene can be automatically set up again by the device.

15

12. Image transmitting remote object analysis device according to any one of claims 1 to 11, further characterised by means for selecting smaller image areas of the field of view and for transmitting the respective small image area selected in real time with the highest possible image quality.

20

Four pages of drawings follow

[Figure 5]

51 NEW IMAGE
59 DETERMINE LIKELY NEXT IMAGE ADDRESS
52 IMAGE IN MEMORY
56 STORE IMAGE COORDINATES
58 ADDRESS MEMORY
60 IMAGE TRANSMISSION + ADDRESS MEMORY
57 IMAGE TRANSMISSION
53 DISPLAY IMAGE
61 STORE IMAGE
54 INTERRUPT?